# ABHANDLUNGEN

DER

BAYERISCHEN

# AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



## MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE

ACHTUNDZWANZIGSTER BAND

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER LXXXIX. BAND

MÜNCHEN 1920

VERLAG DER BAYER. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH)

Rep.

25-99469-May 23

Akademische Buchdruckerei F. Straub in München.

# Inhalt des XXVIII. Bandes.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 1. Abhandlung

---

Über die

# systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

## I. Teil: Die Fauna der Beltformation bei Helena in Montana

von

**August Rothpletz.**

Mit 3 Tafeln.

Vorgelegt am 5. Juni 1915.

---

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

# Einleitung.

In dieser Arbeit beabsichtige ich, die Versteinerungen zu besprechen, welche bisher in Europa und Nordamerika aufgefunden worden sind und denen man ein präcambrisches Alter zugeschrieben hat. Es handelt sich dabei meist nur um vereinzelte Funde und zum Teil sind diese von zu mangelhafter Erhaltung, um eine sichere Bestimmung zuzulassen. Von manchen, wie z. B. dem Eozoon, nimmt man heute an, daß sie nicht organischen Ursprungs sind, bei anderen, wie z. B. der Chuaria, bestehen darüber berechtigte Zweifel. Über die Oolithe sind die Meinungen geteilt; ich will sie deshalb in einem späteren Teil besonders behandeln, um durch Vergleiche mit rezenten Oolithen ihre Zugehörigkeit zu den Versteinerungen zu beweisen. Die Cryptozoen werden jetzt zwar allgemein zu den Versteinerungen gestellt. Aber Unsicherheit besteht, ob sie pflanzlichen oder tierischen Ursprungs sind. Es ist darum notwendig, auch ihnen einen besonderen Abschnitt zu widmen. Eine wirkliche Fauna ist mir nur aus den oberen Schichten der Beltformation bekannt, die ich 1913 bei Helena gefunden habe. Da wir es hier mit unzweifelhaften Versteinerungen zu tun haben, die eine generische und spezifische Bestimmung zulassen, so will ich mit ihnen beginnen, wenn schon es sich dabei herausstellen wird, daß diese Fauna nicht präcambrisch sondern altcambrisch ist.

## Vorbemerkung zum I. Teil.

Der Internationale Geologenkongreß in Toronto gab mir im Sommer 1913 eine gute Veranlassung, wieder einmal auf die Jagd nach präcambrischen Versteinerungen zu gehen. Schon früher, anläßlich des internationalen Kongresses in Mexiko (1906) habe ich das Eozon aufgesucht. Dieses Mal wollte ich die präcambrische Belt- und Chuarformation auf ihre Versteinerungsführung prüfen. Nachdem ich noch vorher den seltsamen, von Lawson entdeckten Atikokinen am Steeprock lake einen dreitägigen Besuch abgestattet und die großartige Fundstelle mittelcambrischer Versteinerungen am Burgeß Paß unter

der freundlichen Führung Walcotts kennen gelernt hatte, fuhr ich nach der Stadt Helena im Staate Montana. Hier gelang es mir während eines viertägigen Aufenthalts in den Schichten der Beltformation eine kleine versteinerte Fauna aufzufinden, über die ich im folgenden berichten will. Weiter ging meine Absicht dahin, die Chuarformation auf der rechten Seite des Coloradoflusses im Staate Arizona zu besuchen, wo Walcott 1883 neben weniger sicheren Versteinerungen Cryptozoen gefunden hat. Es ist nicht leicht, in diese einsamen wasserlosen und gänzlich unbewohnten Seitentäler des Coloradoflusses einzudringen. Mein Plan war, von Provo im Staate Utah auf der Sackbahn über Richfield nach Marysvale zu fahren, von wo eine Art von fahrbarer Straße nach Kanab, dem Sitze eines höheren Forstbeamten, führt. Dort konnte ich hoffen, auf die Dauer von mehreren Wochen eine Expedition auszurüsten, da die Mormonen, welche diese Gegend bewohnen, hierzu sich sehr gut eignen. Aber die Frage war, ob es möglich sein werde, mit Saumtieren über die hohen und steilen Felswände des Hochplateaus in die tiefen Seitenschluchten des Coloradoflußtales herunterzusteigen, in denen die Chuarformation aufgeschlossen ist. Auf Abraten hin gab ich leider diesen Plan zu Gunsten eines anderen auf, der sich aber erst recht als untauglich erwies. Es sollte möglich sein, von dem Grand-view-Hotel aus von der Süd- auf die Nordseite des Coloradoflusses mit Boot überzusetzen, von wo ich dann allerdings leicht und rasch an mein Ziel gelangt wäre. Als ich aber dahin kam, stellte sich heraus, daß es gar kein Boot mehr gab und daß das früher vorhandene nicht ungefährlich und für Saumtiere ganz unmöglich war. In der Jahreszeit war es inzwischen zu spät geworden, um auf langer Bahnfahrt wieder nach Provo zurückzukehren und so mußte ich mich darauf beschränken, die Unkarschichten, welche die Chuarschichten unterlagern sollen, auf der Südseite des Grand-Canyon zu untersuchen, in denen ich jedoch ebensowenig, wie die früheren Besucher, Versteinerungen finden konnte. Ich teile die Ursachen dieses Mißerfolges hier mit, um etwaige spätere Unternehmungen dieser Art vor Enttäuschungen zu schützen. Weiter unterhalb vom Bahnhof-Hotel aus besteht zwar seit kurzem eine Überfahrtsgelegenheit nach dem Brightangle-creek mittels einer Drahtseilfähre, aber nur für Personen. Die Saumtiere müßten immer für eine solche Expedition von Norden herbeigeschafft werden.

## I. Art und Lagerung der Gesteine der Beltformation bei Helena.

Die Namen Beltschichten und Beltformation beziehen sich auf das im Nordosten der Stadt Helena gelegene Belt-Gebirge, die Belt Mountains. Peale[1]) hat diese Bezeichnung 1893 eingeführt für versteinerungslose Schichten, die in jener Gegend über archäischen und unter mittelcambrischen Schichten lagern. Er hat sie infolgedessen ins Algonkian gestellt, bemerkte jedoch dazu, daß sie auch untercambrisch sein könnten. Eine deutliche Diskordanz zwischen ihnen und den auflagernden cambrischen Schichten hat er nicht beobachtet; doch nimmt er die Existenz einer solchen an als Folge der fortgesetzten Senkung des archäischen Festlandes und weil ein deutlicher petrographischer Unterschied zwischen den Beltschichten und den Flathead-Schichten, mit welchen das Cambrium beginnt, bestehe. Letztere seien nur ganz wenig, erstere aber sehr stark metamorphosiert, so daß sie den sie unterlagernden kristallinischen Schiefern ähnlich sind. Es beziehen sich diese Angaben jedoch nur auf das Gebiet bei Gallatin, 90 km südsüdöstlich von Helena.

Für die Umgebung von Helena existiert zwar eine geologische Karte, die von Weed[2]) in den Jahren 1896—1904 aufgenommen wurde und 1912 im Druck erschienen ist, aber sie war mir leider zur Zeit meines Aufenthaltes in Helena unbekannt. Im Text wird auf die Umgebung von Helena kein Bezug genommen und auf der Karte, die den Maßstab 1 : 250 000 hat, sind die Grenzen zwischen Devon, Cambrium und Beltschichten der Umgebung von Helena den Verhältnissen, wie ich sie fand, ziemlich wenn auch nicht ganz entsprechend eingetragen. Walcott hatte 1898 die Beltschichten in Montana genauer untersucht und darüber 1899 berichtet.[3]) Er fand im Gegensatz zu Peale eine weitgehende Diskordanz zwischen mittlerem Cambrium und den Beltschichten, gliederte letztere in 8 altersverschiedene Horizonte und entdeckte in einem derselben, den Greyson-shales, Versteinerungen. Die Gliederung ist folgende:

---

[1]) A. C. Peale. The Paleozoic section in the Vicinity of Three forks, Montana. Bull. U. St. Geol. Surv. Nr. 110, 1893.

[2]) W. H. Weed. Geology and Ore Deposits of the Butte District. Montana. Profess. paper 74. U. St. Geol. Surv. Washington 1912.

[3]) Ch. D. Walcott. Precambrian fossilif. formations. Bull. Geol. Soc. of America. Vol. 10 1899.

| | |
|---|---|
| Marsh shales . . . . . . | 300 Fuß |
| Helena limestone . . . . . . | 2,400 „ |
| Empire shales . . . . . . | 600 „ |
| Spokane shales . . . . . . | 1,500 „ |
| Greyson shales . . . . . . | 3,000 „ |
| Newland limestone . . . . . | 2,000 „ |
| Chamberlain shales . . . . . | 1,500 „ |
| Neihart quartzite and sandstone . . | 700 „ |
| | 12,000 Fuß |

Von diesen acht Gliedern kommen nach Walcott nur die vier obersten bei Helena vor, wenigstens geht dies aus dem Profile hervor, das er (l. c. S. 211 Fig. 2) von den Belt Mountains im Osten über die Spokane Hills bis Helena im Westen gezogen hat. Da dieses Profil neben Weeds Karte zur Zeit das einzige Hilfsmittel ist, um sich von dem Schichtaufbau bei Helena eine Vorstellung zu machen, so will ich es hier eingehend besprechen. Der Längenmaßstab ist: 1 : 390.000, der der Höhe 1 : 83.000. Das Profil ist also ungefähr fünfmal überhöht gezeichnet, läuft in ostwestlicher Richtung bis zu den Bergen, an deren Ostfuß die Stadt Helena liegt. Obwohl eine genauere Angabe darüber fehlt, so ergibt sich an Ort und Stelle doch mit Sicherheit, daß die Profillinie bei Helena nach Südwesten umbiegen muß, da sie bei rein westlicher Richtung ins Streichen der Schichten gekommen wäre. Sie trifft entweder die Stadt ganz nahe ihrer Süd-Ostgrenze, oder verläuft, was wahrscheinlicher ist, außerhalb der Stadt, unweit des Kapitols. Alle Schichten haben eine Neigung von 30° und sind ganz gleichförmig gelagert. Unter den jugendlichen Seeablagerungen, welche die weite Ebene zwischen Helena und den Spokane-Hügeln bedecken, tauchen zunächst die Spokane-, dann die Empireschiefer auf und darüber liegen die Helena-Kalksteine, mit denen hier die Beltformation nach oben ihren Abschluß findet. Die Marsh-Schiefer fehlen. Den Helenakalksteinen ist auf dem Profile eine Mächtigkeit von rund 700 m gegeben. Das konkordant aufgelagerte Cambrium ist mit zwei verschiedenen Signaturen eingezeichnet. Die untere ist eine breite schwarze Linie, die jedenfalls die Flathead-Quarzite bezeichnen soll. Dem Cambrium ist eine Gesamtmächtigkeit von 600 m, dem Devon von nur 200, dem Carbon von über 800 m gegeben. Damit endet das Profil und zwar ziemlich genau da, wo jene große granitische Masse beginnt, welche alle diese Schichten abschneidet und von der eine sehr deutliche Umwandlung der Sedimentgesteine ausgegangen ist. Über die petrographische Entwicklung und die Versteinerungs-

führung derjenigen Schichten, welche jünger als die Flathead-Quarzite sind, macht Walcott keine Angaben und man kann nur im allgemeinen aus der sehr kurz gehaltenen Beschreibung, welche Weed (l. c. 1912) von der ganzen Gegend rings um Butte gegeben hat, entnehmen, daß das Karbon aus massiven weißen Kalksteinen, das Devon zu oberst aus den kalkigen Threeforks-Schiefern und zu unterst aus den schwarzen Jefferson-Kalksteinen besteht. Darunter folgen dann nach Weed unmittelbar die Schiefer- und Kalksteine des Cambrium mit ihren basalen Quarziten, welche auf den Schiefern und den diesen eingelagerten Sandsteinen der Beltformation ruhen. Walcott hat jedoch von diesem so begrenzten Cambrium einen Teil, nämlich die Helenakalksteine und die Marsh-Schiefer abgetrennt und der Beltformation zugeteilt. Was dann von Weeds Cambrium bei Helena noch übrig bleibt, ist nicht gesagt, außer daß gleichwohl die Flathead-Sandsteine dessen Liegendes bilden sollen. Nur die unter diesen Sandsteinen liegenden Schichten beschreibt Walcott eingehend und diese Beschreibung ist es, welche es ermöglicht, an Ort und Stelle diejenigen Gesteine festzustellen, welche Walcott zur Beltformation gerechnet hat. Er schreibt (l. c. S. 207): „die Helena-Kalksteinformation ist aus mehr oder weniger unreinen blaugrauen bis grauen, dickbankigen, nach oben dünnplattig werdenden Kalksteinen zusammengesetzt, welche in verschiedenen Horizonten stellenweise brecciös, oolithisch und konkretionär entwickelt sind. Dunkelfarbige bis graue kieselige Schiefer und grünliche oder dunkelrötliche tonige Schiefer sind den Kalksteinen in Mächtigkeiten von ½ Zoll bis mehreren Fuß eingelagert. Der Name Helenakalkstein ist gewählt, weil diese Kalksteine in einer Mächtigkeit von 2400 Fuß (also etwa 700 m) in den oberen Teilen im Westen der Stadt Helena an den gegen die Ebene abfallenden Berggehängen vorkommen“.

Von den Marsh-shales sagt Walcott, daß bei Helena auf den Helena-Kalksteinen und unter dem cambrischen Sandstein (Flathead-Quarzit) Schiefer und fein gebankte Sandsteine in einer Mächtigkeit von 250 Fuß vorkommen, die jedoch auf der Nordseite des Mt. Helena auf 75 Fuß herabsinken. Die typischen Marsh-shales haben von dem Marsh-creek ihren Namen, der im NW und über 20 englische Meilen von Helena entfernt liegt, und sind dort durch ihre rote Farbe ausgezeichnet. Welche Farbe die Marsh-Schiefer bei Helena haben, gibt Walcott nicht an. Er sagt nur mit Bezug auf das erwähnte Profil (S. 211), „daß man von Spokane westwärts zur Stadt Helena fortschreitend den cambrischen Sandstein auf 250 Fuß mächtigen Schiefern über den Helena-Kalksteinen ruhend antrifft. Folgt man aber dieser Überlagerungsfläche eine engl. Meile gegen Süd-Osten, dann sieht man den cambrischen

Sandstein direkt auf dem Helena-Kalkstein liegen, während noch eine Meile weiter gegen Süd-Osten zwischen beiden wieder 6 Fuß Schiefer eingeschaltet sind. Die Sektion östlich von Helena geht durch einige 2000 Fuß oder mehr Kalkstein und eingelagerte Schiefer und mehrere 100 Fuß kieselige grünliche Schiefer, bis sie die Spokane-Schiefer erreicht." Diese Angabe Walcotts ist der Grund, weshalb ich vermute, daß das Profil (l. c. Fig. 2) tatsächlich nicht durch die Stadt Helena, sondern östlich davon gezogen ist. Aus diesen Angaben ergibt sich ferner die Art der Diskordanz, welche Walcott zwischen Cambrium und Beltformation annimmt und die er noch durch 2 Figuren (l. c. Fig. 3 und 4) erläutert, die in allerdings ganz schematischer Weise die Verhältnisse für zwei Stellen, die 1 und 2 Meilen südöstlich von Helena liegen, illustrieren.

Mit diesen Informationen ausgerüstet, habe ich meine Untersuchungen, die den Zweck hatten, präcambrische Versteinerungen zu finden, bei Helena begonnen und ich will, ehe ich an die Beschreibung der Versteinerungen, die ich dort gefunden habe, gehe, zunächst die geologischen Verhältnisse schildern, wie sie mir nach meinen Beobachtungen zu liegen scheinen.

Die Stadt Helena ist zu beiden Seiten eines Tales erbaut, das aus der Vereinigung dreier Trockentäler, dem Grizzly-, Oro-Fine- und Dry-Gulch, entsteht. Der Mangel eines Wasserlaufs hat es ermöglicht, die Stadt in diese Talsenke hineinzubauen. Das ist die innere Stadt, deren Straßenzüge eine nord-östliche Richtung haben. Gegen Osten ziehen sich die Häuser mit ost-westlicher Richtung der Straßen aus dem Tale heraus auf eine Hochebene und eine dieser geradlinigen Straßen setzt über die Häusergrenze fort, zu dem vereinzelt liegenden stattlichen Gebäude des Kapitols. Der westliche Stadtteil steigt ebenfalls, dem Gelände entsprechend, am Gehänge herauf und schmiegt sich bogenförmig der Ost- und Nord-Ostseite des Mt. Helena an. Diese drei Stadtteile liegen auf dem Verbreitungsgebiet jener Schiefer, welche Walcott noch als Spokane-Schiefer bezeichnet hat. Straßeneinschnitte und Bodenaushebungen für erst geplante Häuserbauten gewähren zahlreiche Aufschlüsse derselben. Von dem kleinen Quarz-Monzonitstock hingegen, den Weeds Karte in der Oststadt anzeigt, habe ich nichts zu sehen bekommen. Die Schiefer fallen durch ihre hellen, lichtgelben bis weißlichen Farben und durch ihre Weichheit auf. Sie sind vollständig frei von Kalkkarbonat und die für die Spokane-Schiefer charakteristische rote Farbe fehlt ihnen gänzlich. In den hangenden Teilen ändert sich jedoch ihr petrographischer Charakter. An Stelle der hellen, weichen Schiefer treten grüne bis graue sandige, zuweilen auch rötliche Tonschiefer mit quarzitischen Einlagerungen. Sie sind besonders gut

am linksseitigen Gehänge des die Stadt durchziehenden Tälchens, nahe der südwestlichen Stadtgrenze aufgeschlossen. Auch diese Gesteine sind kalkfrei und zeigen wulstige Gebilde und Trockenrisse. Ein Alpengeologe möchte sie vielleicht als flyschartig bezeichnen. Im Hangenden außerhalb der geschlossenen Häusergruppen stellt sich ein mächtiges Lager von bräunlichem und sehr hartem Quarzit ein, das einen vollständig unfruchtbaren felsigen Streifen Landes bildet und sich gegen NW aus dem Tälchen heraufzieht bis zu einem größeren Teiche am Fuße des Mt. Helena, wo es unvermutet endet. Am entgegengesetzten Ufer dieses Teiches, wo seine Fortsetzung zu erwarten wäre, ist es verschwunden und statt dessen stehen Schiefer mit Kalksteinen wechsellagernd an. Es ist dies Folge einer größeren Verwerfung von derselben Art, wie deren Weed auf seiner Karte zwei im SO der Stadt eingezeichnet hat. Unsere Verwerfung fehlt zwar auf seiner Karte, aber man erkennt leicht, daß es eine Querverschiebung ist, mit ungefähr süd-westlicher Spaltenrichtung. Auf der Nordwestseite dieser Verwerfung stellt sich im Hangenden der schon erwähnten Schiefer und Kalksteine ein reineres mächtiges Kalksteinlager ein, das in einem großen Steinbruch unweit des Teiches gut aufgeschlossen ist. Es ist ein meist dünnbankiger bis plattiger, stark zerklüfteter, zuweilen auch etwas dolomitischer Kalkstein mit verhältnismäßig wenigen, dünnen kalkfreien Schiefereinlagerungen. Er ist grau, stellenweise aber stark gebleicht und lederfarbig. Spuren von Versteinerungen findet man schon im Steinbruche selbst, doch sind sie häufiger und deutlicher außerhalb des Steinbruches in den hangenden Schichten. Geht man wieder über die Verwerfung nach SO zurück in den Quarzitzug, so muß man von diesem, quer zu seinem Streichen, eine tüchtige Strecke weit gegen SW am Gehänge heraufsteigen, bis man dieselben Kalksteine erreicht, die in dem Steinbruche aufgeschlossen sind. Daraus ergibt sich, daß die Schichten im Süd-Osten der Verwerfung gegenüber denen in NW eine Strecke weit gegen SW vorgeschoben sind. Jene Schichten, welche zwischen dem bräunlichen Quarzitzug und den Kalksteinen liegen, bestehen aus grünlichen Tonschiefern mit eingelagerten grauen Quarzitbänken, auf deren Oberfläche zum Teil Wellenfurchen deutlich entwickelt sind. Nach oben stellen sich auch einzelne Kalkeinlagerungen ein, die sich mehren und schließlich, wie auf der anderen Seite der Verwerfung, vorherrschend werden. Wir haben hier also beiderseits dieselbe Schichtenfolge, nur ist auf der NW-Seite der Verwerfung jenes bräunliche Quarzitlager im Liegenden nicht aufgeschlossen. Es liegt wahrscheinlich unter den Häusern und Straßen der Weststadt verborgen. Der Kalkstein selbst entspricht nach seiner petrographischen Beschaffenheit so genau dem Helena-Kalkstein, wie ihn Walcott geschildert hat, daß an

der Identität beider nicht gezweifelt werden kann. Besonders charakteristisch sind die oolithischen Kalklagen, mit denen zusammen auch vereinzelte Bänke von Lumachellen-Kalk, die jedoch Walcott nicht erwähnt, vorkommen. Der Nordost-Hang des Mt. Helena oberhalb des Steinbruchs wird bis weit herauf ausschließlich von solchen Helena-Kalksteinen aufgebaut, bis zu jener schulterähnlichen Verflachung, auf welcher sich erst der eigentliche Gipfelstock erhebt. Das beigegebene Profil, dessen Entwurf allerdings wegen des kleinen Maßstabes der Karte nicht genau sein kann, gibt für diesen Kalkstein eine Mächtigkeit

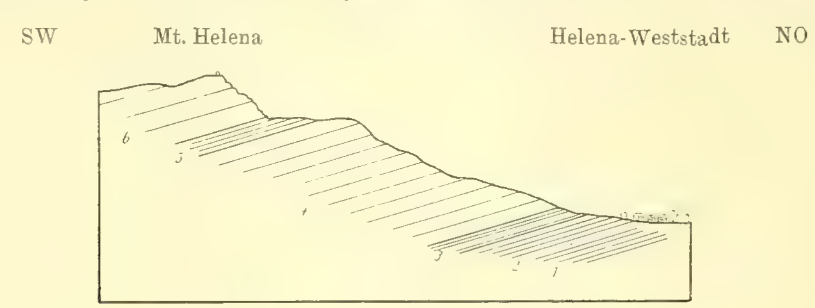



Fig. 1. Zahlen-Erklärung s. weiter unten. Maßstab 1 : 25000.

von ungefähr 500 m an. Er wird auf der terrassenförmigen Schulter des Berges von grauen, kalkfreien, feinen Schiefern überlagert, die nur ganz ausnahmsweise einen rötlichen Ton annehmen. Gute Aufschlüsse fehlen darin. Man muß die Lesestücke untersuchen, welche im Buschwerk herumliegen und durch Verwitterung stark gelitten haben. Außer dem Abdruck einer unbestimmbaren kleinen Muschelschale konnte ich keine Versteinerungen darin finden. Auf diesen etwa 50—60 m mächtigen Schiefern erhebt sich dann der Gipfelaufsatz des Berges, mit seinem harten hell anwitternden dickbankigen feinkristallinen grauen Dolomit.

Wir haben somit für das Ostgehänge des Mt. Helena von oben nach unten nachstehende Schichtenfolge:

6. Gipfeldolomit bis . . . . . . 250 m
5. Graue Schiefer bis . . . . . . 60 m
4. Blau-graue Kalksteine mit Oolithbänken . 500 m
3. Schiefer mit Kalksteinen in Wechsellagerung.
2. Braunanwitterndes Quarzitlager.
1. Grüne und graue Tonschiefer.

Wenn wir diese Gesteinsfolge mit den Angaben Walcotts vergleichen, so ergibt sich, daß Nr. 4 seinem Helena-Limestone entspricht, von dem er sagt, daß er in den oberen Teilen der Stadt anstehe. Nr. 3 müßte dann den Empire-

shales von Walcott, Nr. 1 dem Spokane-Schiefer entsprechen, wozu vielleicht als oberstes Glied noch 2 gestellt werden könnte. Das kann aber nicht stimmen, weil die Schiefer von 1 nicht die rote Farbe der Spokane-Schiefer haben und weil das mächtige braune Quarzitlager weder den Empire- noch den Spokane-Schiefern eigen ist. Näher läge für 2 ein Vergleich mit dem untercambrischen Flathead-Quarzit. Für die stratigraphische Einreihung dieser Schichten können indessen petrographische Ähnlichkeiten nicht ausschlaggebend sein. Wo solche ausschließlich zu Alterbestimmungen benutzt worden sind, hat sich nachträglich fast immer das Unzulängliche solcher Methode herausgestellt, so daß wir auch in unserem Falle auf der Hut sein müssen, um nicht in Irrtümer zu fallen. Die grauen Schiefer Nr. 5 endlich müßten entweder den roten Marsh-Schiefern oder dem Flathead-Quarzit entsprechen. Daran ist aber gar nicht zu denken, da sie petrographisch vollkommen verschieden von diesen beiden sind. Es bleibt also, um die Gliederung Walcotts zu retten, weiter nichts anderes übrig, als in ihnen nur eine Einlagerung in dem Helena-Kalkstein zu sehen, wonach dann freilich zu letzterem noch die Gipfeldolomite gezählt werden müßten. Das ist aber umso eher angängig, weil nach Walcott dem Helena-Kalkstein eine Mächtigkeit von 2400' (= 732 m) zukommt und für die Schichten 4, 5 und 6, sich aus unserem Profile eine ganz gleiche Mächtigkeit ergibt. Die von Walcott erwähnten Flathead-Quarzite wären dann im Hangenden der Gipfeldolomite zu erwarten.

Vom Gipfel des Mt. Helena aus kann man die Verbreitung der Schichten 4—6 mit einem Blick übersehen. 4 bildet einen Wall, der sich von der schon erwähnten Schulter im Osten bogenförmig über Norden nach Westen um den Berg herumzieht und von diesem durch eine grabenförmige Senke getrennt ist, in der der Schiefer Nr. 5 zum Ausstrich kommt. Gegen S und SO hingegen senkt sich der Gipfeldolomit, dem Gehänge entsprechend, gegen den Grizzly-Gulch hinab, so daß die älteren Schichten hier nicht mehr zum Vorschein kommen können. Die Bänke des Dolomites sind muldenförmig verbogen und die Achse dieser nach SO streichenden Mulde ist gleichzeitig nach dieser Richtung gesenkt. Als aufgelagerten Kern in dieser Mulde gibt Weeds Karte am SO-Gehänge des Mt. Helena Devon an. Da ich aber an diese Stelle nicht gekommen bin, so kann ich darüber nichts aussagen. Ich bin vom Gipfel statt dessen über den südwestlichen Muldenflügel herabgestiegen, dem Ausstrich der Dolomitbänke folgend. Dabei gelangte ich in noch höhere Bänke, welche auf dem Gipfel nicht anstehen und die es wahrscheinlich machen, daß der Gipfeldolomit im ganzen eine Mächtigkeit von mindestens 300 m hat. In diesen oberen Lagen kommt man beim Abstieg bald an mehrere Bänke, die

durch ihre eigenartige Oberflächenzeichnung auffallen. Helle, weißgraue Flecken heben sich deutlich von der grauen Farbe des Dolomites ab.

An den zur Bankung vertikalen Absonderungsflächen sieht man sie rechtwinkelig zur Unterseite der Bänke aufsteigen. Sie erscheinen meist als 1—2 cm breite, seitlich unregelmäßig begrenzte und schwach gekrümmte Äste, die sich unregelmäßig dichotom verzweigen, oft auch nach oben blind enden. Die seitlichen Verzweigungen der benachbarten Äste treten zum Teil miteinander in Verbindung und an der Oberfläche der Bänke, wo diese Äste im Querschnitt erscheinen, bilden sie unregelmäßige, rundliche Partien, die sich aber in Folge von Anastomose teilweise mit den anderen vereinigen. Das Ganze macht den Eindruck einer Spongienkolonie. Da aber der Kalkstein hier völlig in einen feinen kristallinen Dolomit umgewandelt worden ist, hat sich auch die ursprüngliche Struktur innerhalb dieser spongienartigen Körper gänzlich verwischt und man unterscheidet im Dünnschliffe nur noch einen Wechsel von trüben und hellen Dolomitpartien, die vielleicht als die Überreste der Schwammkörperteile und ihres Kanalsystems gedeutet werden können. Daß die etwa ursprünglich vorhandenen kieseligen Skelette bei der Dolomitisierung spurlos verschwinden konnten, ist begreiflich und durch analoge Beobachtungen in anderen und jüngeren Gesteinen bewiesen. Im nachfolgenden will ich diese Bänke der Einfachheit halber als „Spongienbänke“ bezeichnen, wenn schon der sichere Nachweis der Spongiennatur noch fehlt.

Um diejenigen paläozoischen Schichten, welche über dem Dolomit liegen, kennenzulernen, ging ich von Helena den Dry-Gulch hinauf. Der Gipfeldolomit mit seinen Spongienbänken scheint südlich über den Grizzly-Gulch nicht herüberzugehen, wenigstens habe ich ihn nicht gefunden. Die ersten anstehenden Gesteine, die ich auf meinem Wege traf, waren süd-östlich einfallende dunkle Kalke, die, wo sie neben einem Kalkofen anstehen, beim Anschlagen einen unangenehm bituminösen Geruch entwickelten. Weiterhin trat auf kurze Zeit ein entgegengesetztes Einfallen ein, das aber bald wieder in ein süd-östliches überging. Wahrscheinlich also liegt hier ein mulden- und sattelförmige Verbiegung der dunklen Kalke vor, in denen ich zwar keine bestimmbaren Versteinerungen fand, die aber nach meinen späteren Beobachtungen und nach Weeds Karte ins Devon zu stellen sind. Die Spuren starker Metamorphose machten sich bald bemerkbar durch das Auftreten von Krystallbüschel von Tremolit und von Skapolithsäulen, die sich in Menge in dem schwarzen Kalk einstellen. Darüber folgt eine mächtige, ganz in weißen dolomitischen Marmor umgewandelte Kalkmasse, die schon dem Karbon angehören dürfte und die durch eine Zone granatreichen Hornfelses von dem Granit getrennt ist, der von da ab das

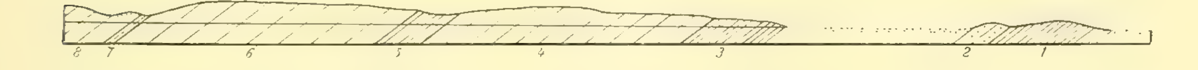
herrschende Gestein wird und einem großen Batholithen angehört, der sich ohne Unterbrechung nach Süden bis über Butte hinaus ausdehnt. Von Sedimentgesteinen fand ich weiter südwärts nur noch eine dünne Lage von rostbraunem, ölig glänzendem, hartem kieseligen Quarzsandstein, unmittelbar auf dem Granit liegend. Wahrscheinlich gehört er der Dakotakreide an und ist stark umgewandelt. Von da nahm ich in mehr östlicher Richtung meinen Rückweg nach Helena ohne einem bestimmten Wege zu folgen über Felder und durch dichte Wälder. Dabei bemerkte ich, daß, was auf der Karte von Weed nicht zur Darstellung gekommen ist, der Granit den braunen Quarzit gewissermaßen aufgeblättert hat. Denn ebenso, wie er an der ersten Beobachtungsstelle auf dem Granit lag, so schoß er anscheinend auf der NO-Seite desselben Hügels unter den Granit ein. Nach NO aber lag er auf den hellen versteinerungsführenden Kalksteinen des Karbons, in denen ich kleine, diabasartige Gänge antraf. Durch dichten Buschwald, der wenig Aufschlüsse und bei der Mangelhaftigkeit der Karte auch keine Orientierung mehr bot, hindurchwandernd, erreichte ich schließlich im Süden des Kapitols von Helena den Rand der Hügelzone und damit wieder den schwarzen Kalk des Dry-Gulchs, der hier aber verhältnismäßig versteinerungsreich ist. Gleichwohl ist es schwer, aus den von der Kontaktmetamorphose des Granits noch betroffenen Kalksteinen die Versteinerungen herauszuschlagen, deren Kalkschalen marmorartig umkrystallisiert und infolgedessen leichter zerstörbar als der zähe Kalkstein sind. Es gelang mir nur ein Handstück mit einer kleinen Brachiopodenschale abzuschlagen, die zu Hause noch besser herauspräpariert werden konnte. Die anderen Versteinerungen, teils Korallen teils größere Schnecken, waren zwar in Menge an der Oberfläche der Gesteine zu sehen, aber dem Hammer bot sich keine Gelegenheit, Stücke davon abzuschlagen. Bis über faustgroße weiße, marmorartige Knollen hoben sich von dem dunklen Kalk prächtig ab und Stücke davon waren auch zu gewinnen. Ich vermutete in ihnen Stromatoporenstöcke, aber der Dünnschliff lehrte, daß durch die Marmorisierung ihre ursprüngliche Struktur ganz verwischt worden ist. Eine einigermaßen sichere Altersbestimmung des Kalksteins konnte ich somit nur auf jene Brachiopodenschale basieren, die sich als eine Ventralschale von Spirifer disjunctus Sow. bestimmen ließ. Das Schloßfeld war leider nicht freizulegen, aber die feine Berippung der Schale und auch ihres Medianwulstes stimmt mit den Abbildungen von Spirifer disjunctus und Exemplaren dieser Art in der Münchener Staatssammlung so gut überein, daß diese 21 mm breite und 15 mm hohe Schale mit ziemlicher Sicherheit zu dieser Art gestellt werden darf. Und damit ist für diesen dunklen Kalk das devonische Alter sichergestellt. Wir haben es mit

dem sogenannten Jefferson-Kalk zu tun, der in dieser Gegend sowohl nach den Angaben von Weed als auch von Walcott unmittelbar auf dem Cambrium liegt. Der beschriebene Spirifer stammt wie die Stromatoporaknollen aus einer Trockenschlucht, die sich von den Hügeln im Süden Helenas in nordöstlicher Richtung gegen jene isolierte Häusergruppe herabzieht, die den Namen Lenox Addition führt. Auf der Karte scheint mir dieses Trockentälchen nicht oder nicht richtig eingetragen zu sein und da ich auch keinen Namen für dasselbe ausfindig machen konnte, so will ich es als Kapitol-creek bezeichnen, weil es im Osten des Kapitols vorbeizieht und von diesem Gebäude aus auf einem alten Fahrwege erreicht und gekreuzt wird, welcher auf dem topographischen Blatt Fort Logan (1908) eingetragen, aber auf das anstoßende Blatt Helena (1903) nicht herübergezogen worden ist. Zur Zeit als diese Karten gemacht wurden, waren weder das Kapitol noch die Häuser von Lenox Addition vorhanden und dieser Umstand, sowie der andere, daß unser Kapitol-creek gerade an der Grenze beider Kartenblätter liegt, macht die Orientierung und die Ortsbestimmung für unseren Fundort sehr schwierig. Als Entfernung dieses Punktes von Helena kann man 2 englische Meilen in süd-östlicher Richtung angeben, wenn man von der Mitte der zentralen Stadt aus mißt. Das ist der Grund, warum ich vermute, daß Walcotts später noch zu besprechende Figur 4 just aus diesem Creek stammt.

In der Richtung gegen das Kapitol auf der linken Seite dieses Creeks fehlen, wenn man den letzten wirklich anstehenden Devonkalk überschritten hat, auf eine kurze Strecke sichere Aufschlüsse bis zur nächsten kleinen Seitenrinne. Das ganz flache Gehänge ist Ödland und mit kleinen Gesteinsbruchstücken bedeckt, von denen sich aber nicht sicher sagen läßt, ob sie dem Anstehenden entstammen, oder von weiter oben, gelegentlich der Schneeschmelze oder starker Regengüsse herabgeschwemmt sind. In jenem Seitenriß hingegen hat man einen kleinen Schurf gemacht, durch welchen kalkfreie grünliche Tonschiefer aufgeschlossen wurden mit Einlagerungen feiner quarzitischer Lagen in einer Mächtigkeit von 1—2 m. Sie bilden also das Liegende des Jefferson-Kalkes. Nur über die zwischen beiden liegenden Gesteine von etwa 20 m Mächtigkeit konnte ich nichts Bestimmtes ausfindig machen. Ich habe jedoch keinen Anhaltspunkt dafür gewonnen, daß in dieser Zwischenzone etwas anderes, als teils jene Kalke teils diese Schiefer anstehen. Während der Schiefer in dem Seitenrisse nur auf dessen rechter Seite ansteht, findet man auf der linken Seite dickbankigen Dolomit, welcher ganz dem Gipfeldolomit des Mt. Helena ähnlich ist. Die Identität mit diesem geht außerdem daraus hervor, daß sich in ihm Bänke jenes Spongiendolomits finden, von genau der-

selben charakteristischen Ausbildung, wie wir sie beim Abstieg vom Mt. Helena kennengelernt haben. Im übrigen sind auch hier im Dolomit keine Versteinerungen zu finden. Im Liegenden folgt dann aber eine Zone dunkler Schiefer, petrographisch denen von der Schulter des Mt. Helena völlig gleich. Man hatte einen kleinen Schurf darin gemacht von nur ein paar Quadratmeter Größe. Das ausgeworfene, noch nicht verwitterte Schiefermaterial hat mir alle die Versteinerungen geliefert, welche ich im nachfolgenden beschreiben werde, und über deren cambrisches Alter ein Zweifel nicht bestehen kann. Wie am Mt. Helena folgen unter diesem Schiefer der typische Helena-Kalkstein, auch zum Teil etwas dolomitisch entwickelt und mit mehreren Einlagerungen dunkler oolithischer Kalksteine und einigen Lumachellen-Bänken. Es ist vollständig ausgeschlossen, daß zwischen dem grauen Schiefer und diesem Helenakalkstein noch andere Gesteine lägen. Dahingegen stellen sich in den tieferen Teilen des Helenakalksteins trotz der hier immer mangelhafter werdenden Aufschlüsse grüne Tonschiefer ein, bis endlich die Aufschlüsse ganz aufhören, weil der Hügel in jene ebene Terrasse übergeht, auf welcher das Kapitol steht. Aber in einiger Entfernung erhebt sich auf dieser Terrasse ein kleiner Hügelzug, der

SW — Fig. 2. Capitol creek-Profil. — NO




zuerst aus feinem, körnigem bräunlichem Quarzit, sodann aus grauen bis grünlichen, selten etwas rötlichen „flyschähnlichen“ Tonschiefern besteht, wie wir sie bereits am Ostfuße des Mt. Helena an der Stadtgrenze kennengelernt haben, und die also auch hier das Liegende des Helenakalksteins bilden, wenn schon sie von letzteren durch eine breite aufschlußlose Strecke von ebenem Ödland getrennt sind. Die Aufeinanderfolge der Schichten ist also hier folgende:

| nach mir: | | nach Walcott: |
|---|---|---|
| 8 | Devon (Jefferson-Kalk) | Devon |
| | Hiatus | Cambrischer Sandstein |
| 7 | Tonschiefer | Marshschiefer |
| 6 | Gipfeldolomit | Helenakalkstein mit Einlagerungen |
| 5 | Dunkle cambrische Schiefer | von Schiefer |
| 4 u. 3 | Oolithischer Kalk | |
| | Hiatus | Empire-Schichten |
| 2 u. 1 | Quarzit und Tonschiefer | Spokane-Schichten |

Daß Walcott die liegendsten Schiefer hier als Spokane-shales betrachtet, trotzdem sie keine ausgesprochen rote, sondern vorherrschend grüne und graue Schiefer sind, und trotzdem die eingelagerten Quarzite nicht rot sondern nur braun gefärbt sind, geht aus seiner Angabe (S. 211) hervor. Er schreibt dort: „2 englische Meilen süd-östlich von Helena liegen 6' Schiefer über dem Kalkstein und eine schwache Diskordanz ist zwischen ihm und dem Cambrium zu sehen. Das Profil zieht sich dann noch durch einige 2000' und mehr von Kalkstein und eingelagerten Schiefern und durch einige 100' kieseligen grünen Schiefer, ehe er die roten Spokane-Schiefer erreicht". Da der Kapitol-creek ungefähr in gleicher Entfernung von Helena liegt, so muß er entweder diese oder eine ganz nahe liegende Stelle mit seiner Beschreibung gemeint haben. Wenn dem nun so ist, dann könnten die noch tiefer liegenden Schiefer der Stadt Helena insofern zutreffend als obere Greyson-shales bezeichnet werden, als er von diesen im allgemeinen sagt, daß sie blaugraue leicht spaltbare Schiefer seien, die verwitternd hellgrau werden und einer schlechten Qualität von Porzellan ähnlich werden. Auch die Marsh-shales in diesem Profile sind nicht, wie sie es eigentlich sein sollten, rot, sondern grünlich. Daß er sie gleichwohl als Marsh-Schiefer bezeichnet hat, hängt wohl damit zusammen, daß sie unmittelbar auf dem Dolomit liegen, den er offenbar zum Helena-Kalkstein gerechnet hat. Von den Marsh-Schiefern sagt Walcott (S. 207), daß sie bei Helena eine Stärke von ungefähr 250' erreichen und aus Schiefern und dünn gebankten Sandsteinen, die unter dem cambrischen Sandstein liegen, bestehen, daß sie auf der Nordseite des Mt. Helena auf 75' zurückgehen, aber gegen NW auf 300' und mehr anschwellen. Diese Angaben sind mir unverständlich, weil im Norden und Nord-Westen des Mt. Helena ja nicht die hangenden, sondern die liegenden Schiefer des Helena-Kalksteins anstehen, wie das aus meinen Beobachtungen sowohl wie auch aus der Karte von Weed deutlich hervorgeht, anderseits aber, wenn man auch im Kapitol-creek wirklich die im Hangenden des Kalksteins liegenden grünlichen Tonschiefer als Marsh-Schiefer ansehen wollte, könnte man doch nicht behaupten, daß diese unter dem cambrischen Sandstein lägen; denn von diesem ist nichts aufgeschlossen, und in der höchstens 20 m breiten Zone zwischen dem Schiefer und dem Jefferson-Kalkstein ist unter den Lesestücken kein einziges zu finden gewesen, das auf cambrischen Sandstein hinwiese. Aus diesem Grunde ist auch von der schwachen Diskordanz, die nach Walcott zwischen diesen Marsh-Schiefern und dem cambrischen Sandstein existieren soll und die er (l. c. Fig. 4) abgebildet hat, nichts zu sehen. Es ist überhaupt merkwürdig, daß über die Beschaffenheit der eigentlichen cambrischen Schichten bei Helena in der Literatur

fast nichts zu finden ist, obschon mittelcambrische Versteinerungen von dort angegeben werden. Nur über die Gesteine, in welchen diese Versteinerungen aufgefunden worden sind, macht Walcott[1]) Angaben. Eine neue Lingulella-Art hat er nämlich von dort beschrieben und gibt als Fundort derselben dunkle kieselige Schiefer (silicious shales) an, die in einem Steinbruche im Last chance-Gulch am Südgehänge des Mt. Helena 2,4 km südlich der Stadt Helena anstehen. Ein zweiter Fundort liegt 0,8 km südlich von Helena auf der Nord-Westseite eines Canyon in Schiefern der Gallatinformation Peales[2]). Besonders der Hinweis auf Peale, welcher die Gallatinformation in drei Kalksteinzonen gliedert, zwischen denen jeweils Schiefer eingeschaltet sind, läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß auch bei Helena im Cambrium solche Kalksteine vorkommen müssen. Die Gliederung des Cambriums in der Nähe von Three forks, Montana ist nämlich folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Silurian? | | e. Pebbly Limestones. 145'. |
| Cambrian. | Gallatin Formation 835' | d. Dry Creek Shales. 30'. |
| | | c. Mottled Limestones 260'. |
| | | b. Obelellela-Shales. 280'. |
| | | a. Trilobite-Limestones. 120'. |
| | Flathead Formation 415' | Flathead Shales 290'. |
| | | Flathead Quarzite. 125'. |

Der Last chance-Gulch ist auf der topographischen Karte nicht eingetragen, aber die Angabe „am Südgehänge des Mt. Helena" macht es wahrscheinlich, daß damit jene Schlucht gemeint ist, die von NW her in den Grizzly-Gulch auf der Südseite jenes Berges einmündet. Unrichtig ist nur die Angabe, daß diese Stelle im Süden von Helena liege, denn unter allen Umständen muß sie mehr süd-westlich zu suchen sein. Wenn diese Auslegung richtig ist, dann stammen die cambrischen Versteinerungen aus jenen dunklen Schiefern, die ich bereits beschrieben habe und die zwischen dem Helena-Kalkstein und dem Gipfeldolomit eingeschaltet sind. Es handelt sich demnach um denselben Horizont, aus dem ich in einer Entfernung von etwa 5 km gegen Osten meine Versteinerungen gefunden habe. Das gilt auch für den

[1]) Cambrian Brachiopoda. U. St. Geol. Surv. Monographs Nr. 51. Washington 1912.

[2]) Bull. U. St. Geol. Surv. Nr. 110, Tafel 4, 1893.

zweiten Fundort Walcotts, der nur wenig westlich vom Kapitolcreek liegen dürfte. Somit hat Walcott selbst das cambrische Alter der Schiefer erkannt, die unmittelbar und konkordant seinem Helenakalkstein eingelagert sind. Der Umstand jedoch, daß er diese Versteinerungen nicht selbst an Ort und Stelle gefunden, sondern von anderen zur Bestimmung erhalten hat, erklärt es, daß er sich jener Tatsache und insbesondere der Folgerung, die aus jenen gezogen werden müssen, nicht bewußt werden konnte. Wir können somit jetzt schon die sichere Vermutung aussprechen, daß Helenakalkstein und Gipfeldolomit ebenso wie die Gallatinformation cambrischen Alters sind, und daß die Tonschiefer und Quarzite im Liegenden des Helenakalksteins faciell, vielleicht sogar auch zeitlich der Flatheadformation entsprechen. Diese Vermutung wird bestätigt, wenn wir jene anderen Gebiete betrachten, die in der weiteren Umgebung Helenas liegen und durch eine genauere geologische Kartierung bekannt geworden sind.

Im Osten von Helena liegt der Castle Mountain Mining District, von dem Weed und Pirson[1]) eine eingehende Beschreibung gegeben haben. Sie vergleichen zwar die Beltschichten mit den Bow-river-beds, die sie damals wenigstens noch für untercambrisch hielten, da es aber, wie sie sagen, entschieden worden sei, die Beltformation ins Algonkian zu stellen, so haben sie dies ebenfalls getan, wenn auch anscheinend mit einem gewissen Widerstreben. Über diesen liegen dann die cambrischen Schichten und zwar gleichförmig, denn von einer Diskordanz ist weder im Text die Rede noch auf den Profilen etwas zu sehen. Das Cambrium beginnt mit den Flathead-Quarziten (150′), darüber liegen die über 1000′ mächtigen Flathead-Schiefer mit zahlreichen Einlagerungen von Kalkstein; dann folgt der Gallatin-Kalkstein, der bis 1225′ mächtig und direkt von dem Jefferson-Kalk überlagert wird. Die angegebenen Mächtigkeiten beziehen sich auf eine Stelle im Chekerboard creek; an anderen Stellen sind sie andere, zum Teil geringere. Vergleicht man mit dieser Gliederung die Schichtenreihe in unserem Kapitol-Creek, dann liegt es sehr nahe, den Quarzit beim Kapitol mit dem Flathead-Quarzit zu vergleichen und den Gipfeldolomit mit dem Gallatin-Kalkstein. Für die Helena-Kalksteine und die unterlagernden Schiefer würde sich daraus Altersgleichheit mit den Flathead-Schiefern ergeben. Freilich hat eine derartige petrographische Parallelisierung zwischen weit auseinanderliegenden Gegenden etwas sehr Bedenkliches; aber gleichwohl ist es recht auffallend, daß an beiden Orten in den Kalksteinen über den Quarziten Oolithe auftreten und der palaeontologisch sichergestellte

[1]) Bulll. U. St. Geol. Surv. 1896 Nr. 139.

Jefferson-Kalk die ganze Serie abschließt. Wie dem aber auch sei, so ist es doch ziemlich wahrscheinlich, daß es gerade solche Schichten waren, wie sie im Kapitol-Creek aufgeschlossen sind, welche Weed bei Anfertigung seiner geologischen Karte des Butte-Distrikts als Cambrium eingetragen hat. Die Gallatin-Kalksteine stellen die genannten beiden Autoren ins Obercambrium. Sie fanden darin Crepicephalus (Loganellus) montanensis Whitf. und Arionellus tripunctatus Whitf. Die Flatheadformation rechnen sie wegen des mittelcambrischen Typus der Versteinerungen zum mittleren Cambrium, aber ohne Angabe der Trilobitenarten, welche sie darin gefunden haben. Ein Unterschied würde allerdings in der petrographischen Entwicklung des Cambriums bei Helena und den Castle Mountains insofern bestehen, als die Flathead-Schiefer hier viel weniger Kalkeinlagerungen enthalten als bei Helena, wo die Kalk-Facies stärker vorherrscht.

Die Castle Mountains liegen 100 km östlich von Helena. Wenden wir uns nun gegen Süd-Westen, so treffen wir Philipsburg, das nicht ganz so weit entfernt ist und dessen Umgebung durch Emmons und Calkins[1]) genau geologisch untersucht worden ist. Auch hier beginnt das Cambrium mit den Flathead-Quarziten (im Maximum 200'). Darüber folgt die Silver-hill-Formation, die zu unterst ans ziemlich kalkfreien dunklen grünen Schiefern (120'), dann aus Kalkstein mit unregelmäßig welligen und anastomosierenden braunen kieseligen Bändern (120') und zu oberst aus einer Wechsellagerung von Schiefern und zum Teil von dolomitischen Kalkbändern zusammengesetzt ist. Die nun folgende Hasmarkformation besteht aus Dolomitbänken, die mit braunen und grünen Schiefern vielfach wechsellagern (1000'). Darüber liegt die Red Lionformation (300') mit ihren dünnen Bänderkalken und schwarzen Schiefern, die Billingsella coloradoensis Shumard enthalten und deshalb dem oberen Cambrium zugerechnet werden. Nach Walcott kommt diese Art allerdings auch schon im mittleren Cambrium vor. Die petrographische Ähnlichkeit mit den cambrischen Schichten der Castle Mountains und von Helena ist nicht sehr groß, weil die Gesteine viel stärker metamorphosiert sind. Aber im allgemeinen besteht doch eine gewisse Übereinstimmung, die aus der nachfolgenden Zusammenstellung deutlich hervorgeht.

---

[1]) Geology and Ore Deposits of the Philipsburg Quardrangle Montana U. St. Geol. Surv. 1913 profess. pap. 78.

| Philipsburg | | Castle Mt. | | Helena |
|---|---|---|---|---|
| Red Lionformation . | 300′ | | | |
| Hasmarkformation . | 1000′ | Gallatinkalkstein . | 1225 | Gipfeldolomit<br>Schwarzer Schiefer |
| Silverhillformation . | 330′ | Flatheadschiefer . | 1080 | Helenakalkstein<br>Schiefer mit Kalksteinen |
| Flatheadquarzit . . . | 200′ | Flatheadquarzit . | 150 | Flatheadquarzit |
| | 1830′ | | 2455 | |

Man erkennt daraus immerhin, daß in diesen drei Gebieten eine gewisse Gleichartigkeit in der Entwicklung der Cambrischen Schichten besteht. Überall machen den Anfang kalkfreie Quarzite und Schiefer, in denen sich nach oben Kalkeinlagerungen in zunehmender Menge einstellen und zuletzt das herrschende Gestein werden, wobei zugleich der Kalk sehr häufig dolomitisch wird. Weiter aber ist es nicht möglich, die Parallelisierung durchzuführen und insbesondere wäre es verfehlt, die einzelnen aufeinanderfolgenden Kalklagen der drei Gebiete miteinander in chronologische Verbindung zu bringen. Denn schon von den liegenden Flatheadquarziten steht es keineswegs fest, daß sie ein und demselben bestimmten palaeontologischen Horizont angehören und sie können dies auch gar nicht, wenn es wahr ist, daß sie auf einer Transgressionsfläche liegen. Dies zwingt uns zunächst, der weit ausgedehnten Diskordanz unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden, welche nach den Untersuchungen der amerikanischen Geologen zwischen Beltformation und dem Cambrium existiert.

## II. Die Diskordanz zwischen dem Cambrium und der Beltformation.

Maßgebend für die Abgrenzung der cambrischen Schichten von den präcambrischen der Beltformation wurde die Beobachtung einer weit ausgedehnten Ungleichförmigkeit der Schichtenlagerung. Peale allerdings, dem wir den Namen der Beltformation verdanken, drückte sich 1893 in dieser Beziehung noch sehr vorsichtig aus. Er sagt (l. c. S. 19): „soweit die Beobachtungen reichen, hat man zwischen den Beltschichten und den darüber liegenden Flathead-Quarziten keine klare Unkonformität gesehen. Aber sicherlich besteht eine solche, infolge von Senkung. Sie ist aber nicht immer leicht zu sehen und kann deshalb übersehen werden.“ Er nimmt an, daß der archäische

Kontinent langsam unter den Meeresspiegel sank, während gleichzeitig die Sedimente der Beltformation sich auf dem sich ebenfalls senkenden Meeresboden anhäuften. Dann trat eine Unterbrechung dieser Bewegung ein, die vielleicht sogar von einer kurzen und kleinen Hebung begleitet gewesen sein kann. In dieser Ruhepause hörte auch die Sedimentation auf und begann erst wieder, als die Senkung von neuem einsetzte. Es bildeten sich zunächst die Flatheadsande in mittelcambrischer Zeit, welche langsam transgredierend, sich über die ältesten Sedimente ausbreiteten. Aus dieser Darstellung läßt sich klar ersehen, daß Peale die Ungleichförmigkeit der Lagerung nicht als eine orogenetische, sondern als eine epirogenetische Diskordanz aufgefaßt hat. Walcott verfolgte dann diese Diskordanzfläche auf weitesten Gebieten Nord-Amerikas und glaubte sie als sichere Anzeige für die Abgrenzung gegen das Präcambrium benutzen zu dürfen, während Peale sich viel vorsichtiger ausgesprochen hatte, die Möglichkeit von Funden untercambrischer Versteinerungen unterhalb jener Grenzfläche als möglich bezeichnete und deshalb die Einreihung der Beltschichten ins Algonkium nur als eine vorläufige ansah. In den 22 Jahren, die seitdem verflossen sind, ist allen, welche die Beltschichten in ihrem Verhältnis zu den hangenden cambrischen Schichten genauer untersuchten, die Gleichförmigkeit aufgefallen, die im Streichen und Fallen zwischen beiden besteht, und die so groß ist, daß sich bei der Eintragung in die geologischen Profile durchaus eine Konkordanz ergibt. Selbst Walcott[1]) schreibt: „Im einzelnen betrachtet, erscheint die präcambrische Oberfläche regelmäßig und die cambrischen scheinen den darunterliegenden präcambrischen Schichten konform zu liegen. Auf allen Seiten des Bowriver Tales fallen die Schichten der cambrischen Fairview- und der algonkischen Hectorformation unter gleichem Winkel ein. Aber wenn wir den Wechsel in der Mächtigkeit des basalen cambrischen Konglomerates und die Verschiedenartigkeit der obersten algonkischen Ablagerungen an verschiedenen Orten in Betracht ziehen, dann wird es klar, daß die präcambrische Oberfläche mehr oder weniger unregelmäßig ist und daß das cambrische Meer bei seiner Transgression im Gebiete von Bowriver valley eine ganz unregelmäßige Bodenoberfläche vorfand, auf der niedere Hügel mit breiten Ebenen wechselten und die von einem dicken Mantel zersetzter Gesteinsmassen bedeckt war. Das Meer wusch den Schlamm aus, trug ihn fort und setzte ihn sowie Sand und Gerölle in seinen langsam vorrückenden Buchten auf den Unebenheiten des präcambrischen Bodens ab. Diese Ungleichförmigkeit ist bei Fort Mountain gut zu sehen, wo das basale Cambrium aus

[1]) Smithson, Miscell. Collections Nr. 7. Precambrian Rocks of the Bow-river valley. Alberta Canada 1910.

massiven 4—10' dicken Konglomeratlagen besteht, die gewöhnlich unmittelbar auf den Hector-Schiefern ruhen. Aber an manchen Stellen wurden schwache Eintiefungen in den Schiefern mit dünnen Lagen und mehr oder weniger eisenhaltigem Sandstein ausgefüllt, der durch schwache Strömungen abgesetzt worden ist, bevor die massiven Konglomerate sich bildeten. Diese Konglomerate führen runde und eckige Gerölle von Gesteinen der präcambrischen Formation. Das cambrische Meer transportierte sie offenbar über die dunklen kieseligen präcambrischen Schiefer, wobei aus den eckigen Bruchstücken teils gerundete Gerölle, teils feiner Schlamm wurde."

Ähnliche Verhältnisse beschrieb Walcott schon 1898 aus Montana. Auch hier läßt sein Profil Fig. 2 (l. c.) keine Diskordanz zwischen den Beltschichten und dem Cambrium erkennen. Aber im einzelnen sollen, wie er dies in Fig. 3 und 4 zeichnet, Ungleichförmigkeiten der Lagerung vorkommen. Ich habe mir Mühe gegeben, die Stellen, auf welche sich diese Figuren beziehen, zu besichtigen, habe sie aber nicht auffinden können. Die Ortsangaben lauten sehr unbestimmt: „eine bzw. zwei Meilen süd-östlich von Helena". Von wo aus sind diese Entfernungen gemessen, vom nächstliegenden Rande der Stadt oder von dem Zentrum aus? Und wo ist in letzterem Falle dieses Zentrum zu suchen? Außerdem kann man aus den beiden Figuren nicht ersehen, wie groß eigentlich die Unregelmäßigkeiten des Kontaktes sein sollen, weil die Angabe des Maßstabes für die Zeichnungen fehlt. Heute freilich weiß ich, daß selbst, wenn diese Unregelmäßigkeiten der Lagerung vorhanden, sie für die Beurteilung der cambrischen Transgressionsfläche ganz belanglos sind, weil die von Walcott in Fig. 3 und 4 dargestellte Kontaktfläche nicht unter, sondern über dem Cambrium liegt und daß Sandsteine, die den Flatheadquarziten entsprechen könnten, dort gar nicht vorkommen. Auch sind mir die Angaben Walcotts über das Vorkommen der Marsh Shales bei Helena ganz unverständlich geblieben. Sie sollen nach ihm auf der ungefähr 10 km langen Kontaktlinie zwischen dem Helenakalkstein und dem cambrischen Sandstein in wechselnder Mächtigkeit von 0—100 m liegen. Ich habe sie aber nirgends angetroffen. Wenn schon wir also von diesen örtlich begrenzten kleinen Unregelmäßigkeiten absehen müssen, so ist damit der Nachweis der epirogenetischen Transgression des Cambriums noch nicht widerlegt, weil deren Hauptbeweise nicht in jenen sondern in dem Umstand zu suchen sind, daß auf der 60 km langen Kontaktfläche des Profiles (Fig. 2) die untersten cambrischen Schichten nur teilweise auf den obersten, an anderen Stellen aber direkt auf tieferen Horizonten der Beltformation liegen. Es ergibt sich jedoch aus jenem Profil, wenn man es im richtigen Verhältnis der Höhe zur Länge zeichnet, daß ein Diskordanz-

winkel zwar vorhanden, daß er aber sehr klein ist und nur wenig mehr als $1/2^0$ beträgt. Nach alledem scheint Peale recht zu behalten mit seinem Ausspruche, daß eine klare Diskordanz noch nicht gesehen worden ist und daß, wenn hier dennoch von einer solchen gesprochen wird, nur eine epirogenetische gemeint sein kann, die dadurch entstanden ist, daß die Ablagerung klastischer Sedimente von Ton und Sand eine Zeitlang aufhörte. Die Ursache für dieses Aufhören kann in der Verlandung einer vorher mit Wasser bedeckten und in langsamer Senkung begriffenen Vertiefung gesucht werden, die ausgefüllt wurde, sobald diese Senkung aufhörte. Erst mit dem Wiedereintreten derselben wandelte sich der verlandete wiederum in Meeresboden um, auf welchem das transgredierende Meer zunächst die Flatheadsande und Tone und später auch kalkige Sedimente absetzte. Nord-Amerika ist besonders reich an solchen epirogenetischen Diskordanzen, die auf weiten Gebieten zu wiederholten Malen während der verschiedensten geologischen Perioden eingetreten sind. Zwar kommen solche auch in Europa vor, sie sind aber durch spätere orogenetische Veränderungen in viel höherem Maße als in Nord-Amerika verschleiert worden, so daß sie in ihrer wahren Bedeutung viel leichter in Nord-Amerika als bei uns, wo orogenetische Diskordanzen die Hauptrolle spielen, zu erkennen sind. Es ist selbstverständlich, daß in allen Gebieten mit solchen epirogenetischen Vorgängen ein Wechsel der dieselben bewohnenden Tiere und Pflanzen eintreten mußte. Aber es ist weder notwendig noch auch wahrscheinlich, daß dieser Wechsel mit solchen Formveränderungen zusammenfiel, welche die fortschreitende Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt mit sich brachte und welche wir zur Festlegung der geologischen Perioden benützen. Zufällig wohl könnte es ja eintreffen, daß in einer bestimmten Gegend einmal diese beiden Arten von Veränderungen zusammenfielen. Das müßte aber erst bewiesen werden, und keinesfalls genügt der Nachweis einer weitausgedehnten epirogenetischen Diskordanz, um zwischen die Schichten unter und über der Diskordanzfläche eine jener Formationsgrenzen zu legen, wie sie der Paläontologe aus ganz anderen Erwägungen heraus zieht. Aus diesem Grunde kann ich die Schiefer, welche bei Helena unter den cambrischen Flathead-Schiefern und Quarziten liegen, solange nicht als präcambrisch anerkennen, als nicht nachgewiesen ist, daß sie eine von der cambrischen verschiedene Fauna enthalten.

Indessen wäre es wohl denkbar, daß diese epirogenetische Diskordanz gleichzeitig an manchen Orten auch mit orogenetischen Veränderungen verknüpft gewesen wäre. Für diese Annahme habe ich jedoch in der Literatur nur eine einzige Angabe gefunden, die deshalb eine besondere Besprechung nothwendig macht. Im Philipsburg Quadrangle liegen die cambrischen Schichten, deren

Beziehung zum Helena-Kalkstein bereits Erwähnung gefunden hat, ebenfalls in solcher Weise über den Beltschichten, daß die der Karte beigegebenen Profile sie nicht anders als in völliger Konkordanz einzeichnen konnten. Nach ihrer petrographischen Entwicklung werden in diesen Beltschichten von Emmons und Calkins (l. c.) 5 Glieder unterschieden und zwar von oben nach unten:

| | | |
|---|---|---|
| 5000′ | . . | Spokaneformation |
| 4000′ | . . | Newlandformation (Quarzite, Tonschiefer und Kalke) |
| 2000′ | . . | Ravalliformation (vorwiegend Quarzite) |
| 5000′ | . . | Prichardformation (vorwiegend Schiefer) |
| 1000′ | . . | Neihart-Quarzite. |
| 17000′ | | |

Von den Spokaneschiefern wird gesagt, daß sie vorwiegend aus sandigen, kieseligen, meist roten Schiefern, die mit Sandsteinlagen wechseln, bestehen und die Zeichen von Seichtwasserablagerung, wie Wellenfurchen, Regentropfeneindrücke und Trockenrisse häufig tragen. Die jüngeren cambrischen Flathead-Quarzite liegen überall auf diesen Spokane-Schichten, nur daß deren Mächtigkeit zwischen weniger als 100′ und mehreren 1000′ wechselt. Dieser Wechsel der Mächtigkeit ist also der einzige Beweis für die diskordante Lagerung, der aber nur so lange Beweiskraft hat, als man annehmen zu dürfen glaubt, daß die Spokane-Schiefer ursprünglich überall in gleicher Mächtigkeit abgelagert wurden. Dies ist jedoch von vornherein sehr unwahrscheinlich. Auch die Möglichkeit besteht, daß die Newland-Schichten, welche als eine Kalkfacies aufgefaßt werden können da, wo die Spokane-Schiefer nur eine geringe Mächtigkeit haben, dieselben zeitlich vertreten. Die Gliederung der Beltschichten ist eben eine rein petrographische. Ihr stratigraphischer Wert ist deshalb, so lange Versteinerungen darin nicht gefunden worden sind, recht gering und aus eben diesem Grunde ist das Ausmaß oder überhaupt die Existenz jener epirogenetischen Diskordanz noch ganz unsicher. Um so wichtiger erscheint die Angabe, daß an zwei Stellen eine ausgesprochene Diskordanz an freiliegenden Felsen zu sehen sei. Die eine dieser von Mac Donald aufgefundenen liegt im Anacondagebirge, $1^1/_2$ engl. Meilen östlich der Carpe Mine, und ist auf Tafel VII Fig. 1 (l. c.) nach einer photographischen Aufnahme abgebildet. Die Diskordanzfläche ist nahezu eben, aber nicht horizontal, sondern mit 20° geneigt. Die wirkliche Neigung, bzw. das Streichen dieser Fläche ist im Text nicht angegeben. Die Schichten darunter streichen SSW—NNO und fallen mit 50—60° nach West, die darüber S—N und f. 25° West. Wir befinden uns hier in einem durch Faltungen, Verwerfungen und Überschiebungen stark

gestörten Gebirgsteil und auf der Karte ist in nächster Nähe eine Verwerfung eingezeichnet. Außerdem wird die Gegend von einer von W nach O aufsteigenden Überschiebung beherrscht. Merkwürdigerweise sagt der Text (S. 51) von dieser Stelle: „die Flatheadformation enthält in ihren untersten Lagen stellenweise quarzitische Sandsteine, die denen in der Spokaneformation nicht unähnlich sind, und die in Fig. 1 dargestellten Sandsteine über und unter der Diskordanzlinie stehen in keinem auffallenden Kontrast. Beide sind quarzitisch und zeigen Seichtwassermarken, und nur sind die Bänke über der Diskordanzlinie etwas dicker". Abbildung und Beschreibung lassen die Trennungsfläche viel wahrscheinlicher als eine Verwerfungs-, denn als eine ursprüngliche Auflagerungsfläche erscheinen. Vor allem vermissen wir den sicheren Nachweis, daß die hangenden Quarzite wirklich jünger sind als die liegenden. Die Abbildung der zweiten Stelle ist eine Handzeichnung und gestattet deshalb keine von der Auffassung des Zeichners abweichende Deutung. Der Diskordanzwinkel erscheint jedoch auf der Zeichnung doppelt so groß, als er im Text angegeben wird. Er beträgt nämlich nur $4^0$ und auch das Streichen der um über $20^0$ aufgerichteten Schichten über und unter der Trennungsfläche differirt nur um $2^0$. Er kann somit unter Berücksichtigung der Beobachtungsfehlergrenzen als fast parallel bezeichnet werden. Auffallend hingegen ist, daß im Gegensatz zu der anderen Stelle hier gerade der weiße glasige Quarzit über der Trennungslinie in scharfem Kontrast zu den grauen quarzitischen Sandsteinen darunter steht. Vielleicht liegt hier nur eine der Driftstruktur entsprechende Erscheinung vor, wie ich sie in den Flatheadschiefern unter dem Helena-Kalkstein mehrfach beobachten konnte.

Außerdem möchte ich noch auf den Ausspruch von Emmons und Calkins hinweisen, daß es trotz der großen Ungleichförmigkeit zwischen beiden Schiefern oft schwierig wird, genaue Grenzen zwischen den Spokane- und Flathead-Schichten zu ziehen und daß eine scharfe Abgrenzung nur da gefunden werden könne, wo die Diskordanz sichtbar ist, oder wo Flatheadsandsteine auf Spokane-Tonschiefern liegen, also der Kontakt durch einen deutlichen petrographischen Wechsel bezeichnet ist. Aus alledem scheint mir klar hervorzugehen, daß eine wirkliche orogenetische Diskordanz bis jetzt noch nicht nachgewiesen und auch die epirogenetische Diskordanz nicht über allen Zweifel erhaben ist.

## III. Die Erhaltungsweise der Versteinerungen in den Kapitolcreekschiefern.

### a. Über die Einbettung der Versteinerungen.

Die Schiefer, aus welchen die nachgehend zu beschreibenden Versteinerungen stammen, haben eine graue, schwach ins Grünliche spielende Farbe und sind ganz ungeschichtet, insofern als eine lagenweise Anordnung verschiedenartigen Gesteinsmaterials in keiner Weise beobachtet werden kann. Man gewinnt den Eindruck, daß es ursprünglich eine gleichförmige reine Tonmasse gewesen sei. Klastische Bestandteile wie Quarzkörner, Glimmerblättchen oder gar Gerölle fehlen ganz und nirgends macht sich eine Beimengung von Karbonaten bemerkbar. Dies ist um so auffälliger, als sich solche im Liegenden wie im Hangenden in großer Mächtigkeit und fast völliger Ausschließlichkeit gebildet haben, nämlich im Liegenden als Helenakalkstein, im Hangenden als Gipfeldolomit. Dieser scharfe und rasche Wechsel in der Natur der Sedimentbildung deutet eine starke Veränderung der physikalischen und biologischen Verhältnisse im Meere während der Schieferperiode an. Bemerkenswert ist auch der Umstand, daß die Versteinerungen in dem Schiefer fast nur solchen Tieren angehören, die ihre Schalen und Skelette nicht aus kohlensaurem Kalk aufgebaut haben. Und soweit gewisse Krustazeen solchen Kalk vielleicht in ihre Schalen aufgenommen haben, ist derselbe nicht mehr erhalten. Man kann für diesen Wechsel als Erklärung annehmen, entweder daß das Meereswasser damals kalkarm wurde, oder daß die Bedingungen zur Ausscheidung des vorhandenen Kalkes als Karbonat fehlten. Gegen die Richtigkeit der ersten dieser Erklärungen spricht jedoch der Umstand, daß die vorhandenen Brachiopodenschalen großenteils aus phosphorsaurem Kalk bestehen, der noch vorhanden ist, also in irgend einer Form im damaligen Meereswasser vorhanden gewesen sein muß. Berechtigter erscheint deshalb die Annahme zu sein, daß damals solche Tiere und Pflanzen, welche kohlensauren Kalk zum Niederschlag bringen, fehlten, während sie vorher und nachher reichlich vorhanden waren und so die Entstehung der Kalkablagerung bedingten. Im Zusammenhang damit ist es auch wichtig festzustellen, daß keine der tierischen Überreste, welche bisher in diesem kalkfreien Schiefer gefunden wurden, authigen sind. Der feine Bodenschlamm war entweder ganz unbewohnt oder wurde nur von solchen Organismen bewohnt, die in Ermangelung erhaltungsfähiger anorganischer Hartgebilde keine Spuren zurückgelassen haben. Alle vorhandenen Brachiopoden und Crustaceenschalen liegen vereinzelt im Gestein und bis jetzt habe ich kein einziges vollständiges, aus zwei Schalen bestehendes Gehäuse gefunden.

Die Trilobitenreste bestehen sogar ausschließlich aus Bruchstücken, zum Teil nur kleinen Schalenfetzen, die ganz zerstreut herumliegen. Spongienreste sind zwar nicht selten, aber ebenfalls nur unregelmäßige Stücke derselben oder gar nur vereinzelte Nadeln sind erhalten. Es erscheint somit als gewiß, daß alle diese Tiere da nicht gelebt haben, wo sie jetzt begraben sind, sondern daß sie durch Strömungen erst hierher gebracht wurden, vielleicht aus weiten Fernen, und daß sie langsam zu Boden sinkend im Schlamm begraben wurden. Daraus erklärt sich wohl auch, weshalb nur ein Teil der Schalen flächen- oder schichtweise ausgebreitet ist, während andere ganz regellos in ihrer Orientierung im Schlamme stecken. Mit diesen Meeresströmungen kam wohl auch eine feine tonige Trübung von ferne hierher, die sich langsam setzte und das Material lieferte, in dem dann die Versteinerungen eingebettet wurden nnd aus dem die Kapitolcreekschiefer bestehen. Auffallend ist es, daß die colloide Kieselsäure der Spongienskelette durchweg durch Schwefelkies ersetzt wurde, der sich später erst in Eisenhydroxyd umwandelte. Der Mangel an Kalk mag die Ursache dafür sein, daß sich die Nadeln hier nicht wie in kalkreichen Sedimenten in ein Calcitaggregat umgewandelt haben.

Das Meer während der Kapitolcreekschiefer-Periode war somit wahrscheinlich ein totes Meer, oder wenigstens ein solches, das ähnlich wie heute das schwarze Meer nur oberflächlich belebt war. Aber das ist nur denkbar unter der Voraussetzung, daß irgendwo in mehr oder weniger großer Entfernung auf dem Grunde des Meeres ein reiches Leben sich entfaltete, von wo aus nur einzelne Organismen in das Meer der Schieferregion einwanderten oder verschleppt wurden. Es ist somit zu erwarten, daß den Kapitolcreekschiefern von Helena anderwärts Kalkablagerungen als zeitliche Äquivalente entsprechen, und es wäre somit ganz verfehlt, die altersgleichen Schichten nach petrographischen Ähnlichkeiten feststellen zu wollen.

**b. Die nachträglichen Umwandlungen der Versteinerungen.**

Die ursprünglich ungeschichteten Tone sind jetzt deutlich geschiefert. Sie lassen sich leicht in annähernd paralleler Richtung spalten, wenn schon diese Spaltbarkeit ihre Grenzen hat; denn es ist nicht leicht Spaltstücke zu erhalten, welche dünner als 5 mm sind. Dazu kommt, daß das Gestein von zahlreichen vielfältig sich kreuzenden Kluftflächen quer zur Schieferung durchsetzt wird. Sie sind so enge gestellt, daß eine technische Verwertung dieser Schiefer unmöglich ist. Gleichzeitig mit der Entstehung dieser Druckschieferung stellten sich in der ganzen Gesteinsmasse innere Bewegungen ein, die teils zu Zerrungen teils zu Pressungen führten. Hierdurch erhielten die

annähernd kreisrunden Schalen der Versteinerungen häufig eine längliche Form, und dies ist mit eine der erschwerenden Umstände bei der Bestimmung der Versteinerungen.

Außer diesen nur mechanischen Umwandlungen ist aber das Gestein noch von einer anderen betroffen worden, die sich am auffälligsten an den Kalkschalen der Brachiopoden bemerkbar macht. Soweit diese Schalen noch aus phosphorsaurem Kalk bestehen, heben sie sich durch ihre schneeweiße Farbe recht auffällig von den dunklen Schiefern ab. Aber immer gewahrt man in der weißen Masse eigenartige dunkle, häufig grünliche Partien. Löst man die Schalensubstanz in konzentrierter Salpetersäure auf, so bleibt ein unlöslicher Rest übrig. Derselbe besteht aus winzigsten, nur 2—6 $\mu$ großen Quarzkörnchen, die sich einerseits um helle bräunliche durchschimmernde Plättchen gruppiert haben, die das Licht nicht, oder höchstens stellenweise ganz schwach doppelt brechen und die wohl die Reste der Schalenchitinsubstanz darstellen, anderseits an grünlich durchscheinenden glimmerartigen, das Licht deutlich doppelt brechenden Plättchen haften, die bis $^1/_{10}$ mm groß werden und anscheinend einem eisenhaltigen Silikatmineral angehören. Die Kleinheit der Schalen und der Mangel an ausreichendem Material haben mir eine genauere Untersuchung dieser Umwandlungsprodukte unmöglich gemacht. Sie sind aber auf die Schalen beschränkt. Im Gestein selbst konnte ich sie auch in Dünnschliffen nicht nachweisen. Trotz dieser Umwandlungen ist jedoch die äußere Form der Kalkschale mit ihrer feinen granulierten Oberfläche meist noch ganz gut erhalten geblieben.

Das Schiefergestein selbst besteht aus einem äußerst feinkörnigen Aggregat mikroskopisch kleiner durchscheinender Krystalle wahrscheinlich eines Tonerdesilikates. Quarzkörner oder sonstige plastische Beimengungen sind in den von mir untersuchten Dünnschliffen nicht nachzuweisen gewesen. Ob die mikrokrystalline Struktur des Schiefers nur durch die mechanische Inanspruchnahme bei den tektonischen Bewegungen oder durch das Aufdringen von Tiefengesteinen erzeugt worden ist, lasse ich dahingestellt sein. Aber die eigenartigen Neubildungen in den Schalen selbst können kaum bloß mechanische Ursachen haben. Sicher ist, daß der Granitstock im Süden von Helena die Kalksteine und Sandsteine, da wo er sie unmitelbar berührt, sehr stark metamorphisiert hat. Je weiter man sich allerdings von der Granitgrenze entfernt, um so schwächer wird diese Umwandlung. Aber in dem devonischen Kalk mit Spirifer disjunctus ist sie noch immer deutlich zu erkennen, und auch in den liegenden Kalksteinen des Cambriums sind Andeutungen vorhanden, auf die ich aber erst in einem späteren Teil bei Besprechung der Oolithe im Helenakalkstein näher eingehen will.

# IV. Die Versteinerungen der Kapitolcreek-Schiefer.

## I. Spongien.

### 1. Hexactinelliden.

Protospongia cf. fenestrata Salter.

(Tafel I Fig. 2—7.)

Zahlreiche Nadeln liegen in den schwarzen Schiefern, teils isoliert teils zusammengeschart. Ihre Form verweist sie zu den Hexactinelliden. Sie bestehen aus rötlichem Eisenhydroxyd. Die colloide Kieselsäure ist offenbar durch Schwefelkies ersetzt worden, der dann später in Eisenhydroxyd umgewandelt wurde. Es ist das derselbe Vorgang, der auch die Nadeln der Protospongia fenestrata aus dem Cambrium in Wales betroffen hat. Hier wie bei Helena herrschen Vierstrahler vor, deren Strahlen zum Teil rechtwinkelig, zum Teil aber auch spitzwinkelig zueinander gestellt sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese schiefe Stellung Folge einseitigen Druckes im Gestein ist, wodurch ihre ursprünglich regelmäßige Form verzerrt wurde. Doch läßt sich gegen diese Erklärung einwenden, daß oft recht- und spitzwinkelige Megaskleren durcheinanderliegen. Neben den Vierstrahlern kommen auch solche vor, die wie Ein-, Zwei-, Drei-, Fünf- und manchmal auch wie Sechsstrahler aussehen und es in vielen Fällen wohl auch gewesen sind. Ihre Kleinheit macht es oft schwierig, besonders da, wo sie dicht zusammengedrängt liegen, zu erkennen, ob sich kreuzende Strahlen urspründlich zusammengehörten oder nur zufällig aufeinander liegen. Ebenso mag bei manchen Dreistrahlern der vierte außerhalb der Schieferungsfläche liegen und das Gleiche gilt für einen fünften Strahl bei Vierstrahlern. Die kleineren liegen zwischen den größeren manchmal in ähnlicher Weise eingeschaltet, wie dies von den englischen Formen bekannt ist und von Sollas als eine der ursprünglichen Lagerung in den Spongien entsprechende aufgefaßt wurde. Wenn man danach vermuten dürfte, daß es sich um Autodermalnadeln handelt, wäre es nicht unmöglich, daß die regelmäßigen Vierstrahler in Wirklichkeit Fünfstrahler sind, deren längerer Strahl natürlich nicht in der gleichen Ebene mit den anderen liegen kann und somit entweder bei der Einbettung abgebrochen ist oder in das Gestein senkrecht zur Schieferungsfläche hereingreift. Der Umstand, daß in manchen Fällen bei den scheinbaren Vierstrahlern der eine erheblich größer ist als die anderen, gibt dieser Deutung eine gewisse Berechtigung.

Mit Protospongia fenestrata, von der Sollas[1]) und Hinde[2]) gute Abbildungen gegeben haben, kann ich die Art von Helena nicht vereinigen, weil die Nadeln hier fast um das doppelte kleiner sind. Auch besteht hier jene Regelmäßigkeit der Anordnung, welche für die englische Art charakteristisch zu sein scheint, nicht. Freilich könnte dies im Erhaltungszustand begründet sein, insbesondere darin, daß bei Helena die tieferen Hypodermalnadeln sich mit den äußeren Autodermalnadeln vermengt haben. Das vorliegende Material genügt jedoch nicht, um diesen Überresten einen neuen Artnamen zu geben.

Protospongia fenestrata gehört zu den lyssakinen Formen der Hexactinelliden und steht wohl unter den lebenden Spongien der Familie der Rosseliden am nächsten, besonders dem Genus Langullela. Zwei Arten von Protospongia sind beschrieben. P. fenestrata und Hicksi, beide aus dem mittleren Cambrium; doch soll erstere nach den Angaben Etheridges auch schon im unteren Cambrium vorkommen.

### 2. Lithistiden.

(Tafel I Fig. 8—9.)

Auf mehreren Platten kommen rostbraune Gebilde vor, die aus Eisenhydroxyd bestehen und in ihrer Form an Rhizomorinenskelette erinnern. Zwei davon habe ich vergrössert abzeichnen lassen. Es ist aber schwer, die kleinen Objekte vollständig genau wiederzugeben. Man kann natürlich auch daran denken, daß nur anorganische Gebilde vorliegen, die aus der Umwandlung ursprünglicher Schwefelkieskrystalle hervorgegangen sind. Es scheint mir dies aber weniger wahrscheinlicher zu sein, weil ihre Form zu wenig krystallographische Orientierung zeigt. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht mit den Spongienskeletten, welche Hinde als Nipterella paradoxica (Bill.) aus den Calciferousschichten des unteren Ordovicium beschrieben hat[3]). Eine spezifische Ähnlichkeit besteht jedoch nicht.

## II. Brachiopoden.

### 1. Rustella Edsoni Walcott var. pentagonalis.

(Tafel I Fig. 10.)

Zusammen mit solchen Lithistidenskeletten liegt auf derselben Platte eine Schale, die 8 mm lang und 10 mm breit ist. Sie gleicht auffällig den Schalen, welche Walcott früher zu Kutorgina cingulata gestellt, neuerdings aber als Rustella[4]) beschrieben hat, und als primitivste Brachiopodenform auffaßt. Unter

[1]) Q. J. Geol. Soc. London, Bd. 36 S. 263, 1880.

[2]) Monograph. Brit foss. Sponges, 1888.

[3]) Hinde. Q. J. Geol. Soc., Bd. 45 S. 144, 1889 und Rauff. Paläospongien. Paläontogr., Bd. 40 S. 241.

[4]) Monographs U. St. Geol. Surv. Vol. 51. 1912, Cambrian Brachiopoda S. 327, Taf. I Fig. 1.

dem Material von Helena fällt diese Schale durch ihre Größe auf, an welche die anderen nicht heranreichen. Der Wirbel liegt ganz am oberen Rande. Die Schalenoberfläche zeigt nur konzentrische aber wenig kräftige Anwachslinien. Unter dem Vergrößerungsglase gewahrt man eine feine Granulierung, deren einzelne Körner nur 30 $\mu$ groß sind und die deshalb mit bloßem Auge nicht leicht wahrgenommen wird. In ihrer Anordnung haben sie eine gewisse Ähnlichkeit mit der Granulierung von Mikromitra, die aber viel gröber ist, so daß sie auch ohne Lupe leicht erkannt werden kann. Die Ursache der Granulierung ist jedenfalls in der Struktur der Kalkschale zu suchen, welche bei Obolella noch eingehend zu besprechen sein wird. Die von Walcott beschriebenen Exemplare erreichen eine Länge bis zu 25 mm, während die Schale von Helena nur ein Viertel dieser Größe erlangt. Der einzige greifbare Unterschied mit dem Typus der R. Edsoni liegt jedoch nicht in diesem Größenverhältnis, sondern darin, daß die Umrisse etwas pentagonaler sind, so daß die größte Breite nicht in der Mitte der Länge liegt, sondern höher gegen den Wirbel heraufgerückt ist. Das ist der Grund, weshalb ich sie als besondere Varietät zunächst unterscheide. Die Rustella Edsoni ist bis jetzt nur aus dem untern Cambrium von Vermont und Pennsylvania bekannt geworden.

### 2. Lingulella Helena Walcott.[1]

(Tafel II Fig. 1—2.)

Zwei Schalen kann ich mit Sicherheit zu der von Walcott beschriebenen Art stellen, die er auf einen Fund bei Helena selbst gegründet hat. Es sind zwei Ventralschalen. Diese Art unterscheidet sich von allen anderen aus dem Cambrium durch ihre pentagonale Form, die dadurch bedingt ist, daß die Area sehr kräftig und lang ist und die größte Breite der Schalen etwas oberhalb der Mitte der Schalen liegt. Hierdurch erinnert ihre Form an diejenige der Obolusschalen. Das Verhältnis der Breite zur Länge ist nach Walcott 6 : 7,5 — 8. Bei unseren beiden Schalen ist das Verhältnis 6 : 7,5 und 8,5. Die konzentrischen Anwachsstreifen sind deutlich zu sehen und ebenso eine sie kreuzende schwache radiale Streifung. Zwar konnte ich von inneren Muskeleindrücken nichts bemerken, aber an der Zugehörigkeit dieser Schalen zu L. Helena ist um so weniger zu zweifeln, als, wie sich hernach ergeben wird, Walcotts Originalstücke aus demselben Lager stammen. Wie schon oben erwähnt, liegt der eine der Walcottschen Fundorte 0,8 km südlich von Helena, also gerade da, wo die Schulterschiefer des Mt. Helena hinstreichen und sich

---

[1]) Proc. U. St. Nat. Mus. 1898, vol. 21 S. 406 and Cambrian Brachiopoda 1912 S. 506, Taf. 24 Fig. 3.

weiter bis zum Kapitolcreek fortsetzen. Der andere Fundort befindet sich im Last Chance Gulch im Südwesten von Helena, ebenfalls in diesen Schulterschiefern. Zusammen mit dieser Lingulella kommt nach Walcott auf denselben Schieferplatten die Westonia Ella vor und er bildet ein Stück davon ab (l. c. Taf. 47 Fig. 1 g). Diese Art ist 1877 von Hall und Whitfield aufgestellt und dem Genus Lingulepis eingereiht worden. Walcott hat dafür ein Subgenus Westonia aufgestellt, welches eine Abteilung von Obolus ist. Nach den Walcottschen Abbildungen sind die Ventralschalen dieser Art fast so breit als lang, während das von Helena abgebildete Exemplar das Verhältnis 6 : 7,4 zeigt. Und da außerdem die darauf eingezeichneten Muskeleindrücke eine Identität mit W. Ella nicht wahrscheinlich machen, so möchte ich glauben, daß hier nur eine besonders breite Form von Lingulella Helena vorliegt. Was das Alter dieser Art betrifft, so gibt Walcott dafür das mittlere Cambrium an, obwohl das Alter der Schiefer, von denen der Typus genommen ist, palaeontologisch nicht sicher festgelegt war. Aber er begründet diese Altersbestimmung damit, daß die gleiche Art im mittleren Cambrium von Idaho und Wyoming vorkomme (54 s., 4 n). Abbildungen von diesen Fundorten sind leider nicht gegeben, und diejenigen Stücke, welche er aus dem mittleren Cambrium des Big Cotton Wood Canyon in dem Wasatch Range abgebildet hat (Fig. 3 d) sind in ihrer Zugehörigkeit zu dieser Art, was auch Walcott selbst andeutet, mehr als zweifelhaft.

Bei Melade in Idaho fand Walcott L. Helena (54 s) zusammen mit zahlreichen Brachiopoden des mittleren Cambriums, von denen einige anderwärts auch bis ins obere Cambrium und sogar ins Ordovicium heraufgehen, in Kalksteinen seiner Langstonformation, die er 60 engl. Meilen weiter im Südosten in der Blacksmith Fork-Section der Wasatch Mountains in Nord-Uta zwischen Ute und Loganpaß im mittleren Cambrium ausgeschieden hat. Er gliedert das mittlere Cambrium dort in folgender Weise: [1])

| | |
|---|---|
| Nounan-Formation . . . . . | 317 m |
| Bloomington „ . . . . . . | 402 „ |
| Blacksmith „ . . . . . . | 174 „ |
| Ute „ . . . . . . | 222 „ |
| Langston „ . . . . . . | 152 „ |
| | 1267 m |

[1]) Smithon. Miscel. collections. Vol. 53. Cambrian Geology and Paleontology No. 5. Cambrian Sections of the Cordillerian area. No. 1812. (1908) S. 190.

Somit kann man nur sagen, daß L. Helena eine Art ist, die zwar bis ins untere Mittelcambrium heraufgeht, an ihrer typischen Lokalität aber im unteren Cambrium liegt. In Wyoming (4 n) fand Walcott L. Helena in mittelcambrischen Kalksteinen der Teton Mountains 100 m über der Diskordanzfläche gegen das Präcambrium, also ebenfalls in ziemlich tiefer Lage.

### 3. Obolella Billings (Walcott emend.).

Die Mehrzahl der Brachiopodenschalen, die mir die Kapitolcreekschiefer geliefert haben, stelle ich zu diesem untercambrischen Genus. Es sind rundliche, schwach gewölbte Schalen mit randlichem Wirbel und deutlichen konzentrischen Anwachsstreifen. Die schwache und eigenartige Entwicklung der Area unterscheidet sie deutlich von den Schalen des Genus Obolus und auch aller anderen Genera, soweit deren Schalen äußerlich eine gewisse Ähnlichkeit besitzen. Zwar ist bei den meisten der Schalen, die ich zu Obolella stelle, die Arealgegend nicht sichtbar oder nicht mehr erhalten, weil sie beim Aufspalten der Schiefer verloren gegangen ist. Das ist aber nur erklärlich, wenn die Arealfläche sehr schwach entwickelt war, während bei Obolus auch dann wenigstens noch Teile derselben hätten erhalten bleiben müssen. Höchstens könnte noch zum Vergleich die Gattung Dicellomus herangezogen werden. Aber auch bei diesen sind die Schalen dicker und die Arealgegend kräftiger entwickelt und die Schalenform, wenigstens der schon beschriebenen Dicellomusarten eine verschiedene. Die einzige Art, welche der Größenverhältnisse halber herangezogen werden könnte, ist Dicellomus politus. In der Tat hat auch Walcott diese Art von Helena in Fig. 4 und 4a auf Taf. 52 (l. c.) abgebildet, wo sie mit L. Helena zusammen liegen soll, und womit er das mittelcambrische Alter für diesen Fundort beweisen zu können glaubte. Er bemerkt jedoch dazu (S. 577), daß die Zuteilung der Stücke aus den „kieseligen Schiefern“ von Helena zu dieser Art ziemlich zweifelhaft sei, weil die Schalen verdrückt und verzerrt seien. Und in der Tat zeigen die Abbildungen (Taf. 52 Fig. 4) das Verhältnis 13 : 10 für Breite und Höhe, während D. politus nicht breiter als hoch, meist sogar etwas höher als breit ist, außerdem kommt hinzu, daß D. politus seine größte Breite stets in der unteren Schalenhälfte hat, während die Schalen von Helena ihre größte Breite in der Mitte oder etwas oberhalb derselben haben.

Die spezifische Bestimmung dieser Obolellaschalen ist nicht leicht, weil sie durch Gesteinsdruck zumeist mehr oder weniger stark deformiert sind. Auch das Herauspräparieren der sehr kleinen Schalen ist äußerst schwierig, und die Erkennung der die Innenseite der Schalen charakterisierenden Muskeleindrücke

und Septen ist nur mit der Lupe, und auch mit dieser nicht immer möglich. Es hat sich ergeben, daß nur drei Arten in Betracht kommen können: Obolella atlantica, chromatica und crassa, und daß in meinem Material zwei Typen sich ziemlich gut unterscheiden lassen. Der eine hat kräftige konzentrische Anwachsstreifen, bei dem anderen treten dieselben etwas mehr zurück. Dafür kommen aber deutliche radiale Streifen hinzu.

| | | | |
|---|---|---|---|
| O. atlantica . | Maximalhöhe | 7 mm | kräftig radial gerippt. |
| O. chromatica . | „ | 8 mm | konzentrisch gestreift mit schwacher radialer Streifung. |
| O. crassa . . | „ | 12 mm | „ „ „ |
| Unsere Schalen . | „ | 5—7 mm | |

Die Kleinheit unserer Formen kann kein Grund sein, um sie prinzipiell von den drei genannten Arten auszuschließen. Meine Bestimmungen basieren ausschließlich auf dem Vergleich mit den vorhandenen Abbildungen, weil in der Münchener Palaeontologischen Staatssammlung kein Vergleichsmaterial vorhanden ist.

**Obolella crassa Hall.**

(Tafel II Fig. 4—5, 7—12.)

Zu dieser Art stelle ich alle jene Schalen, welche keine Radialstreifung oder höchstens eine schwache Andeutung derselben zeigen. Obwohl den Größenverhältnissen nach ein Vergleich mit O. chromatica nahe liegt, so hat mich von demselben doch der Umstand abgehalten, daß der Wirbel bei dieser Art infolge der schräg aufsteigenden Area ziemlich hoch über dem Schloßrande der Schale liegt (s. Walcott Taf. 54 Fig. 1), während er bei unseren Stücken ebenso wie bei O. crassa tief auf die Ebene des Schalenrandes herabgeht. Inwieweit allerdings bei unseren Stücken dies durch die Zusammendrückung bedingt ist, läßt sich mit Sicherheit nicht feststellen und aus diesem Grunde besteht eine gewisse Unsicherheit darüber, ob ein Teil der Stücke nicht doch vielleicht zu O. chromatica gestellt werden sollte. Fig. 9 und 11 zeigen die Innenseite zweier ventralen Schalen. Die vom Wirbel ausgehenden zwei mondsichelartigen Leisten, die auf der Zeichnung vielleicht etwas kräftiger erscheinen, als sie wirklich sind, entsprechen wohl der Lage der zwei Hauptgefässe. In Fig. 11 sieht man außerdem einen medianen länglichen Eindruck, der als Zentralgrube gedeutet werden kann. In Fig. 9 liegt ebenfalls median, aber etwas höher als das obere Ende der sichelförmigen Leisten eine kleine Grube, die dem Stielmuskeleindruck entsprechen könnte. Auf Fig. 7 sieht man da, wo die Schale weggebrochen ist, die sehr verwaschenen Spuren der Visceral-

vertiefungen, ungefähr so wie sie Walcott auf Tafel 4 Fig. 2, i und j dargestellt hat. Der Wirbel ist beim Versuche, die Schale freizulegen, leider abgebrochen, hatte aber die Form, wie sie dieser Art zukommt. Auf Fig. 5 gewahrt man am vorderen Rande der Schale nur an einer Stelle schwache radiale Streifung, welche die konzentrischen Anwachsstreifen kreuzt, wie dies nach Walcott zuweilen je nach dem Erhaltungszustande bei dieser Art vorkommen soll. Fig. 8 endlich zeigt uns drei Schalen dieser Art, die dicht nebeneinander, aber in ganz verschiedener Orientierung liegen. Sie sind sehr stark deformiert, alle drei in der gleichen Richtung zusammengedrückt und rechtwinkelig dazu in die Länge gezogen, so daß man bei flüchtiger Betrachtung sie für oblonge Schalen halten könnte, wenn eben nicht die Lage der Wirbel noch deutlich zu erkennen wäre und ebenso auch die Richtung der Anwachsstreifen. Die linke Schale ist mit der Innenseite nach oben gekehrt und läßt in der Wirbelregion, zwischen zwei kleinen Anschwellungen, die für die dorsale Schale charakteristische kleine Area erkennen. Die mittlere Schale zeigt zwar ganz deutlich einen randständigen Wirbel, aber ihre höchste Wölbung liegt fast in der Mitte der länglich ausgezogenen Schale, so daß man sie leicht mit einer Acrothele verwechseln könnte. In der Richtung, in welcher die drei Schalen in die Länge gezogen sind, erkennt man auch Streckungserscheinungen auf der Oberfläche der Gesteinsfläche selbst. Solche Verzerrungen der Schalen sind sehr häufig und steigern sich stellenweise so, daß die Schalen bei einer Breite von 7 mm nur noch eine Höhe von 4 mm zeigen. Man muß sich hüten sie in diesem Falle etwa für Schalen von Acrothele Colleni zu halten. Die Anwachsstreifen geben auch in diesen Fällen den richtigen Hinweis (siehe Fig. 4, wo ein zufälliges punktförmiges Gebilde irrtümlich als ein Foramen gedeutet werden könnte).

### Obolella atlantica Walcott.

(Tafel II Fig. 3 und 6.)

Zu dieser Art, welche früher mit Obolella crassa vereinigt worden ist, glaube ich, mehrere Schalen stellen zu müssen, die sich durch eine sehr feine, aber deutliche radiale Streifung auszeichnen, wie ich sie bei Obolella crassa nie wahrnehmen konnte. Die Schale Fig. 6 ist infolge der Gesteinsstreckung unsymmetrisch geworden, zeigt aber unterhalb des Wirbels, ähnlich wie bei O. crassa (Fig. 7) die medianen drei Visceraleindrücke. Fig. 3 zeigt eine fast ganz flach gedrückte Schale mit deutlicher radialer Streifung.

Walcott hat die Ähnlichkeit der Spezies atlantica und chromatica ausdrücklich hervorgehoben und da der Erhaltungszustand der Schalen bei Helena

manches zu wünschen übrig läßt, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß diese Formen zu chromatica gehören, von welcher gesagt wird, daß sie auch radiale Streifen habe, wenn schon dieselben gewöhnlich fehlen.

### 4. Acrotreta cf. sagittalis Salter.

(Tafel III Fig. 8.)

Zu dieser Art stelle ich eine einzige Schale, wenn schon eine sichere Bestimmung nicht möglich erscheint. Das kleine Foramen im Apex ist nicht ganz so deutlich, als es die Zeichnung wiedergibt. Von der falschen Area, die zwischen dem Wirbel und dem hinteren Schloßrande liegen soll, ist nichts zu sehen, was aber Folge der Unmöglichkeit, diesen Teil besser herauszupräparieren, sein kann. Die geringe Höhe der Schale und die Lage des Wirbels legt jedoch einen Vergleich mit dieser Art sehr nahe. A. sagittalis ist eine im ganzen Cambrium verbreitete Art, die nicht nur im oberen Cambrium Europas und im mittleren Cambrium Europas und Nordamerikas sondern dort auch im unteren Cambrium vorkommt, wenn man die von Walcott als Var. taconica abgetrennte, aber nur schwer zu unterscheidende Form mit einrechnet.

### 5. Kutorgina cf. perrugata. Walcott.

(Tafel III Fig. 1.)

Ein einziges Schalenfragment liegt vor, das die für Kutorgina perrugata charakteristische Oberfläche zeigt, die mit konzentrischen Anwachslinien und mehr oder weniger konzentrischen Runzeln versehen ist. Nach Walcott ist die Oberfläche bei dieser Art durch ein feines Netzwerk schräger, sich kreuzender, vertiefter Linien ausgezeichnet, die winzige rhombische Erhöhungen zwischen sich einschließen, welche unter mäßig starker Vergrößerung wie feine Papillen erscheinen. Diese Schilderung trifft auch für unser Schalenfragment so vollkommen zu, daß es nahe liegt, dasselbe zu dieser Art zu stellen; nur ist zu bemerken, daß diese „Papillen“ hier nur an den Rändern der Schale gut erhalten sind. An den übrigen Teilen sind sie entweder durch Abrollung vor ihrer Einbettung oder nachher bei der inneren Reibung im Gesteine während der Gebirgsbildung verloren gegangen. Übrigens ist diese Papillenbildung bei den kalkigen Schalen der nahe verwandten Brachiopodengattungen, wie es scheint, allgemein verbreitet und nimmt bei Mikromitra so große Dimensionen an, daß sie schon mit bloßem Auge leicht wahrgenommen wird. Aber auch bei den Schalen von O. crassa und der Rustella sieht man bei starker Vergrößerung eine feine minutiöse Chagrinierung, die sich nur durch noch größere Feinheit von der bei Kutorgina perrugata unterscheidet. Ohne Zweifel ist sie

im Schalenbau begründet, bedarf aber der Aufklärung durch mikroskopische Studien, die ich jedoch bei meinem Material nicht ausführen konnte, teils weil es nicht zahlreich genug ist, teils weil es schon gewisse Umwandlungen erfahren hat, wie schon vorher erwähnt. Ob die prismatische Struktur, welche bei den Schalen von O. crassa vorhanden zu sein scheint (s. Fig. 2 f. Taf. 54 bei Walcott) mit der Papillenbildung in Zusammenhang gebracht werden darf, weiß ich nicht. Walcott selbst nimmt an, daß die dort von ihm abgebildete Schale ihre ursprüngliche Struktur schon verloren habe und von einer körnigen Kalkmasse ersetzt worden sei.

Nach Walcott kommt diese Art nur im unteren Cambrium von Nevada und California vor.

### III. Hyolithes cf. Billingsi Walcott.

(Tafel III Fig. 2 und 4.)

Von dieser Gattung liegen mir drei Stücke vor. Die Schalen sind in Eisenhydroxyd umgewandelt und treten infolgedessen deutlich aus dem dunklen Schiefer hervor. Das eine Stück (Fig. 2) zeigt die für Hyolithes im engeren Sinne charakteristische Verlängerung auf der Dorsalseite. Die untere Spitze der Schale ist nicht erhalten, aber gleichwohl fällt in dem nach unten sich stark verschmälernden Teil ein kräftige Ringelung auf, die das Vorhandensein innerer Septen vermuten läßt. Die ganze Schale ist 12 mm lang, hat eine größte Breite von 4 mm. Im Querschnitt ist sie schwach triangulär. Von einer Längsstreifung ist nichts zu bemerken. Das flachgedrückte Stück (Fig. 4) ist 10 mm lang und zu oberst 3 mm breit. Die größte Ähnlichkeit zeigen diese drei Stücke mit H. Billingsi [1]), dessen Länge 12 bis 17 mm und größte Breite 6 mm hat. Auch von dieser Art ist die äußerste Spitze unbekannt und außerdem nicht festgestellt, ob sie eine dorsale Schalenverlängerung hat oder nicht. Besonders dieser Umstand ist es, der eine Identifizierung der Stücke von Helena mit dieser Art erschwert.

H. Billingsi ist bis jetzt gefunden im unteren und mittleren Cambrium aus dem House Rangs, Utah und von L'Anse de Loupe, Labrador sowie im mittleren Cambrium des Big Cotton Wood Canyon bei Argenta, Wasatsch Mts. Utah.

---

[1]) Ch. D. Walcott Bull. U. St. Geol. Surv. Nr. 30 (1886) S. 134. The Fauna of the Lower Cambrian. 10th. Annual Rep. U. St. Geol. Surv. 1890. Cambrian Brachiopoda in Monographs U. St. Surv. Vol. 51 (1912) S. 158, 189, 195, 281.

## IV. Crustaceen.

### 1. Fordilla (?) Walcotti n. sp.

(Tafel III Fig. 3 und 5.)

Eine rechte und eine linke Schale liegen vor; beide mit der Innenseite nach oben gekehrt. Da bei dem einen Stück die Schale zum Teil abgelöst ist, so läßt sich feststellen, daß dieselbe auf der Außenseite deutliche konzentrische Anwachsstreifen hatte, wie bei Fordilla troyensis, mit der sie auch in den äußeren Umrissen große Ähnlichkeit zeigt.

Barrande[1]) hat diesen Genusnamen 1881 aufgestellt. S. W. Ford aus Troy im Staate New-York hatte ihm aus dem mittleren Cambrium die Stücke geschickt, welche er auf Taf. 361 abgebildet hat. Er hielt sie jedoch nicht wie Ford für Lamellibranchiaten, sondern für Schalen eines primodialen Crustaceen. Diese Auffassung fand anfangs wenig Anklang, noch 1886 verhielt sich Walcott ganz ablehnend und hat sich ihr erst 1890 mehr zugeneigt. Was von dem Inneren dieser Schalen bisher bekannt geworden ist, spricht nämlich in keiner Weise für deren Molluskennatur, denn es fehlen die dafür charakteristischen Muskeleindrücke und Schloßzähne. Statt dessen trägt die linke Schale eine eigentümliche kleine konische Protuberanz nahe dem Vorderrande und vor dem Wirbel. An gleicher Stelle sieht man bei der linken Schale von Helena eine längliche, etwas gekrümmte Schalenverdickung, die nach dem unteren Teile abfällt, nach oben sich zu einer kleinen Mulde vertieft, die sich bis zum Wirbel erstreckt. Auf der rechten Schale fehlt dies alles und statt dessen gewahrt man unter dem Wirbel, ganz wenig nach vorn gerückt, eine elliptische Vertiefung, welche in eine kleine Schalenverdickung eingesenkt ist. Man kann dies so deuten, daß die linke Schale einen Kopfausschnitt hatte, die rechte eine verstärkte Rückenmuskel-Haftstelle. Das würde auf einen branchiopodenartigen Krebs hinweisen. Walcott hat 1890 (l. c. Taf. 73 Fig. 1) den Steinkern einer linken Schale aus dem unteren Cambrium von North Atleborough Mass. abgebildet, ihn aber nur mit Vorbehalt zur Spezies Troyensis gestellt. Er ist 7 mm lang und 4 mm hoch, also erheblich länger als bei jener Art, aber ganz genau übereinstimmend in den Größenverhältnissen mit den Schalen von Helena. Dazu kommt, daß ein künstlicher Abdruck der linken Schale ein Bild gibt, welches mit der Fig. 1 bei Walcott auffällig übereinstimmt und den kleinen Einschnitt erkennen läßt,

---

[1]) J. Barrande Acéphalés. Études locales et comparatives. Extrait du Système Silurien du Centre de la Bohême. 8° Vol. VI. S. 393 und Taf. 361.

der eben als Kopfausschnitt zu deuten ist. Ich bin deshalb geneigt, Walcotts Fig. 1 mit meinen zwei Schalen zu identifizieren und auf alle Fälle von F. troyensis spezifisch abzutrennen. Ob freilich diese neue Art als Fordilla bezeichnet werden darf, bleibt einstweilen ungewiß; doch ziehe ich es vor, ihr den alten Genusnamen zu belassen, da ein neuer Name unsere Erkenntnis doch nicht weiter fördern würde.

### 2. Trilobiten.

(Tafel I Fig. 1 und Tafel III Fig. 6, 9, 11—14.)

Es liegen mir drei kleine Kopfschilder vor (Fig. 6, 9, 12), bei denen aber die Schalen nicht mehr oder nur andeutungsweise erhalten sind. Das eine derselben (Fig. 12) ist 3 mm breit und 2 mm lang, hat eine nach vorn zugespitzte Glabella und wird deshalb wohl am besten zu Ptychoparia gestellt. Der Randsaum (Limbus) ist kräftig entwickelt. Von den Wangen ist nur der Teil bis zur Gesichtsnaht erhalten. Infolgedessen fehlen auch die Wangenstacheln ganz.

Auf der gleichen Platte, ganz in der Nähe dieses Kopfschildes, liegen einige auseinandergerissene Pleurenstücke eines Trilobitenpanzers (Fig. 14), Fig. 13 zeigt ein Olenelliden-Pleuron (?). Außerdem kommen isolierte, kleine gekrümmte stachelähnliche Gebilde in dem Schiefer vor, die sich an den der Spitze entgegengesetzten Enden plötzlich sehr rasch verbreitern und die wie abgebrochene Stacheln von Trilobiten aussehen (Taf. I Fig. 1).

Ein eigentümliches Gebilde wird durch Fig. 11 wiedergegeben. Ich deute es als ein Trilobiten-Hypostom. Es sieht aus wie eine Schale mit pentagonalen Umrissen und erinnert insofern etwas an Obolella-Schalen. Aber es unterscheidet sich von solchen doch ganz wesentlich. Anwachsstreifen sind nur an den beiden Seiten deutlich entwickelt, sonst ist die Oberfläche mit ganz feinen Körnchen bedeckt. Der Hinterrand fällt steil ab, während der Vorderrand wie eingedrückt erscheint. Leider ist die rechte Seite nicht mehr ganz erhalten. Die zwei kleinen winzigen Protuberanzen in der Nähe des Hinterrandes, die feingepünktelte Oberfläche der ganzen Schale deuten auf ein Crustaceengebilde hin. In den äußeren Umrissen besteht große Ähnlichkeit mit dem Hypostoma, das Walcott 1890 (Taf. 95 Fig. 1 a) von Bathynotus holopyga abgebildet hat, und dessen Vorderrand ebenfalls stumpfwinkelig ist.

Wenn schon keiner dieser Trilobitenreste eine spezifische Bestimmung und somit auf das Alter dieser Schichten Schlüsse zuläßt, so habe ich dieselben doch beschrieben und abgebildet, weil sie für die Beurteilung des Faunencharakters von Bedeutung sind.

### 3. Phyllocariden.

(Tafel III Fig. 7—8.)

Mit Vorbehalt stelle ich eine kleine 5 mm lange Schale zu den Phyllocariden. Ihr Schloßrand ist gerade und einfach. Die Anwachsstreifen der kalkigen Schale stehen dicht gedrängt. Am vorderen Rand gewahrt man eine eigenartige Verdickung, die in Fig. 7 noch stärker vergrößert dargestellt ist. Vielleicht ist es ein Teil eines Phyllocariden-Rostrums, das auf der Innenseite der Schale liegt. Als Muskeleindruck einer Bivalve kann er jedenfalls nicht gedeutet werden. Vielleicht gelingt es später, bessere Stücke aufzufinden, um deren systematische Stellung sicherzustellen. Immerhin erschien mir dies eine Stück interessant genug und ich habe es deshalb abgebildet, obwohl es für die Altersbestimmung dieser Schichten belanglos ist.

## V. Die Altersbestimmung der Kapitolcreekschiefer.

Das Verzeichnis der im vorausgehenden beschriebenen Versteinerungen ergibt im ganzen 12 Nummern.

1. Protospongia cf. fenestrata Salt.
2. Eine rhizomorine Lithistide.
3. Rustella Edsoni Walc. var. pentagonalis
4. Lingulella Helena Walc.
5. Obolella crassa Hall.
6. Obolella atlantica Walc.
7. Acrotreta cf. sagittalis Salter.
8. Kutorgina cf. perrugata Walc.
9. Hyolithes cf. Billingsi Walc.
10. Fordilla Walcotti n. sp.
11. Trilobitenreste (Ptychoparia)
12. Ein Phyllocaride.

Alle diese Versteinerungen schließen sich in ihrer Formentwicklung so enge an die cambrische Fauna an, daß kein Grund gefunden werden kann, sie als Vertreter einer präcambrischen Fauna aufzufassen. Für ihre genauere Einreihung in die cambrische Formation ist allerdings nur ein Teil der aufgezählten Formen verwertbar. Nämlich folgende:

| | Unt. | Mittl. | Oberes Cambrium |
|---|---|---|---|
| 1. Protospongia cf. fenestrata . . . | — | — | |
| 2. Rustella Edsoni var. pentagonalis . | — | | |
| 3. Lingulella Helena . . . . . . . . | | — | |
| 4. Obolella crassa . . . . . . . . | — | | |
| 5. Obolella atlantica . . . . . . . . | — | | |
| 6. Acrotreta cf. sagittalis . . . . . . | — | — | — |
| 7. Kutorgina cf. perrugata . . . . . | — | | |
| 8. Hyolithes cf. Billingsi . . . . . . | — | — | |

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daß alle Arten, mit einer Ausnahme, im unteren Cambrium zu Hause sind, und daß vier derselben noch ins mittlere Cambrium, eine sogar bis ins Obercambrium heraufgeht. Fassen wir aber nur jene vier Arten ins Auge, welche mit spezifischer Sicherheit bestimmt sind, dann ergibt sich in noch höherem Maße, daß unsere Fauna untercambrisch sein muß, denn Rustella und die Obolellen müssen für dieses als charakteristisch gelten. Von Lingulella Helena sagt Walcott allerdings, daß sie nur dem Mittelcambrium angehöre, aber wir haben ja bereits gesehen, daß sie außer bei Helena selbst anderwärts mit Sicherheit nur im unteren Horizont des Mittelcambriums nachgewiesen worden ist. Wir kommen somit zu dem Schlusse, daß die Fauna der Kapitolcreekschiefer zweifellos untercambrisch ist, daß sie aber möglicher- und sogar wahrscheinlicherweise einem oberen Horizonte des unteren Cambriums angehört.

## VI. Schlussfolgerungen mit Bezug auf das Alter der Beltformation.

Aus der Altersbestimmung der Kapitolcreekschiefer ergibt sich für den Gipfeldolomit die Möglichkeit, daß er entweder ebenfalls noch dem unteren Cambrium angehört oder schon mittelcambrisch ist. Auf alle Fälle stellt er das oberste Glied des bei Helena entwickelten Cambriums dar, zu dem höchstens noch die wenig mächtigen grünlichen Schiefer in seinem Hangenden gerechnet werden können. Die Helenakalksteinformation im Sinne von Walcott liegt unmittelbar unter den Kapitolcreekschiefern. Von einer Diskordanz zwischen beiden ist weder etwas zu sehen, noch ist sie überhaupt wahrscheinlich. Schon aus diesem Grunde wird man also den Helenakalkstein noch ins untere Cambrium solange versetzen müssen, als keine von der untercambrischen verschiedene Fauna darin nachgewiesen ist. Was dann die kalkführenden Übergangsschiefer und die liegenden Quarzite betrifft, so könnte man sie wegen

ihrer petrographischen Entwicklung zur Flatheadformation zu stellen geneigt sein; aber dann wäre diese Formation jedenfalls untercambrisch und nicht mittelcambrisch, wie das an anderen Stellen angenommen wird. Ich vermeide es deshalb, sie als Flatheadformation zu bezeichnen; höchstens könnte man von einer Flatheadfacies sprechen. Jedenfalls aber ist nun der Nachweis erbracht, daß die obersten Glieder der Beltformation, so wie Walcott sie aufgefaßt hat, dem Präcambrium nicht angehören, und daß ihre Abtrennung vom Cambrium wegen der angeblichen Unkonformität ein Irrtum war. Unberührt durch diese Feststellungen bleibt natürlich die Frage nach dem Alter der tieferen Glieder der Beltformation und dies um so mehr, als die Aufschlüsse bei Helena keine Auskunft darüber zu geben imstande sind, ob zwischen ihnen und dem Cambrium eine Diskordanz besteht.

Ob die schon früher beschriebenen eigenartigen Schiefer, die in den unteren Teilen der Stadt Helena anstehen, noch zu den Spokaneschiefern oder schon zu den Greysonschiefern gezählt werden dürfen, lasse ich unentschieden. Eine Untersuchung der Gegend nordwestlich des Mt. Helena könnte vielleicht darüber eine Entscheidung bringen. Die Versteinerungen, die Walcott 1898 aus den Greysonschiefern der Little Belt Mountains, 60 englische Meilen ost-nordöstlich von Helena beschrieben hat, sind so unbestimmter Natur, daß man daraus auf ihr Alter keinen sicheren Schluß ziehen kann. Die als Helminthoidichnites Neihartensis, spiralis und Meeki und als Planulites corrugatus und superbus beschriebenen Gebilde sind derartig, wie sie in fast allen Formationen vorkommen. Bei manchen derselben bleibt es zweifelhaft, ob sie organischen oder unorganischen Ursprungs sind und über die Tiere, welche sie allenfalls erzeugt haben, geben sie keinen Aufschluß. Als fossile Reste wirklicher Tiere bleiben somit nur die unregelmäßigen Fetzen chitinartiger Häute übrig, denen Walcott den Namen Beltina danai gegeben und die er zu den Merostomata gestellt hat. Doch sagt er von ihnen: „Die Crustaceenreste sind in höchst ungenügender Weise erhalten“ (c. c. S. 237). In seiner Beschreibung derselben habe ich keine Angaben gefunden, die es ermöglichten, sie von zerrissenen Chitinhäuten aus jüngeren Formationen zu unterscheiden und überhaupt irgend eine bestimmte Vorstellung über das Aussehen, sowie die spezifische und generische Beschaffenheit dieser Formen zu gewinnen.

Somit können wir sagen, daß bis zum Jahre 1898 aus der Beltformation eine präcambrische Fauna nicht bekannt geworden war. Später jedoch hat Walcott[1]) die Verbreitung seiner Beltformation auf weiten Gebieten Montanas

[1]) Bull. Geol. Soc. America, Vol. 17, 1906.

und des nördlichen Idaho, sowie in britisch Columbia festgestellt und darin an vielen Stellen Versteinerungen gefunden. Es sind aber nur mikroskopisch noch nicht untersuchte Cryptozoen, die keinenfalls als Beweise für das präcambrische Alter gelten können. Einige der von Walcott beschriebenen Profile sollen besprochen werden:

1. Aus dem Campcreek, 84 engl. Meilen nord-westlich von Helena beschreibt er (l. c. S. 2) folgendes Profil.

Von oben nach unten:

1. Mittelcambrischer Kalkstein, nach Ost und Nord-Ost einfallend. Darunter:
2. Flatheadsandstein mit feinem Konglomerat, das mit einer Neigung von 70° anscheinend konkordant auf den
3. Campcreekschichten liegt, deren oberste 4491' aus Schiefern, Sandsteinen und Quarziten bestehen, die oft Wellenfurchen zeigen, während die unteren 2014' vorwiegend Sandsteine sind, mit untergeordneten unreinen Kalksteinen, welche eine kleine Cryptozoen-Form einschließen.

Die darunter liegenden Blackfoot-Kalkschichten sind nicht an dieser Stelle, sondern in ziemlicher Entfernung am North fork Canyon des Blackfoot river gemessen. Sie bestehen aus 4805' Kalksteinen, die lagenweise, zahlreiche Cryptozoen und Oolithe enthalten und gegen das Hangende in 1555' mächtigen roten kalkigen Sandstein übergehen. Erheblich weiter im Westen bei Ravalli liegt darunter die 8255' mächtige Ravallisandsteinserie ohne Versteinerungen. Die Gesamtmächtigkeit von 24760' ist zusammengerechnet aus der Mächtigkeit dieser drei Abteilungen, von denen es aber nicht feststeht, daß sie irgendwo mit solchen Mächtigkeiten wirklich übereinander liegen. Jedenfalls aber scheint es sicher zu sein, daß unter dem Mittelcambrium eine mächtige, völlig gleichförmig gelagerte Schichtenreihe entwickelt ist, die zu oberst und unterst aus kalkfreien Sandsteinen und Tonschiefern, in der Mitte aus vorherrschenden Kalkgesteinen besteht, in denen Oolithe und Cryptozoen vorkommen. Die Vermutung ist deshalb naheliegend und jedenfalls nicht von vornherein ganz abzuweisen, daß alle diese Schichten noch ins untere Cambrium gehören könnten.

2. Am Dearborn river, also etwas weiter im Osten, liegen die Flatheadsandsteine, „unkonform“ auf vorwiegenden Kalksteinen (945') mit Oolithen und Cryptozoen, die der Blackfoot-limestone Serie entsprechen könnten; darunter weitere 5757' Sandsteine und Schiefer, vielleicht der Ravalliserie entsprechend und zuletzt noch 15' Kalkstein. „Die Unkonformität“ ist jedoch auch hier wieder nur damit begründet, daß unter den Flatheadsandsteinen die Camp-

creekschichten fehlen. Daß diese Feststellung keine stratigraphisch einwandfreie ist, kann nicht zweifelhaft sein.

3. Am Lewis-clark Paß, der 10 englische Meilen südlich vom Dearborn river in der Richtung gegen Helena liegt, legen sich unter die cambrische Flatheadformation 1015' rotbraune sandige Schiefer, und Sandsteine der Marshformation, die nach unten grau werden, darunter folgen 285' graue bis lederbraune, zum Teil kieselige Kalksteine der „Helenaformation“ und weiter 1210' graue sandige Schiefer und Sandsteine der Empireformation mit zwei Kalksteineinlagerungen von je 2' Dicke mit Cryptozoen. Auch für dieses Gebiet gibt Walcott (S. 27) an, daß die Unkonformität zwischen dem Cambrium und der Beltformation nicht zu sehen ist, aber aus dem großen Wechsel in der Mächtigkeit hervorgehe, den die Beltschichten aufweisen und der einen beträchtlichen Zeitraum zwischen der Ablagerung beider Formationen verlange, in welchem weiter im Norden die versteinerungführenden untercambrischen Schichten der Bow river Serie abgelagert worden seien. Wenn aber wirklich die Kalksteine des Lewis-clark Paß dem Helenakalkstein, wie Walcott annimmt, entsprechen, dann läge überhaupt kein Grund vor, in jenem Profil präcambrische Schichten zu vermuten und die angebliche Unkonformität würde dort gar nicht vorhanden sein, oder aber mitten in die cambrischen Schichten hineinfallen. Anderseits aber ist auch kein zwingender Grund vorhanden, jene Kalke mit dem Helenakalkstein zu identifizieren, so daß es einstweilen noch eine offene Frage bleibt, ob an jenem Passe Schichten der Beltformation vorkommen oder nicht.

Man ersieht aus alledem, daß der stratigraphischen Forschung hier noch große Aufgaben gestellt sind, die aber erst gelöst werden können, wenn gut bestimmbare Versteinerungen in den tieferen Lagen der Beltformation gefunden sein werden. Denn die bisherige Gliederung derselben in verschiedene, mit bestimmten Namen belegte Horizonte kann nur als eine vorläufige bezeichnet werden, die mehr petrographischen als stratigraphischen Wert hat. Sie läßt erkennen, daß die große Mächtigkeit dieser Ablagerungen bedingt ist durch die Anhäufung klastischen Materials, die aber zeitweilig durch Absatz von Kalksedimenten unterbrochen wurde, welche besonders in den mittleren Lagen vorherrschend werden. Wie weit aber hier infolge von Facieswechsel Kalklagen des einen Ortes durch Sand- und Tonablagerungen an anderen Orten vertreten sind, bleibt noch ganz ungewiß, obschon ein solcher Wechsel an sich sehr wahrscheinlich ist. Die einzigen Versteinerungen in den Kalksteinen sind Oolithe und Cryptozoen. Erstere kommen in allen Formationen vor, letztere sind bis jetzt mit Sicherheit nur aus dem Cambrium und viel-

leicht auch aus unterstem Silur bekannt. Eine spezifische Unterscheidung der einzelnen Formen könnte nur durch mikroskopische Untersuchung durchgeführt werden, was bisher aber noch nicht geschehen ist. Ob also die Cryptozoen der Beltformation andersartig sind wie die des Cambriums, bleibt dahin gestellt und unter keinen Umständen kann man dieselben als etwas für eine präcambrische Fauna Charakteristisches ansehen.

Der Schleier, der über den präcambrischen Bewohnern der Erde liegt, ist somit noch nicht gelüftet und auch die Beltformation Nordamerikas kann uns keinen tieferen Einblick in ihr Wesen gestatten, wenn schon der Erhaltungszustand, die Mächtigkeit und weite Ausdehnung dieser Formation die Hoffnung wach erhalten, daß uns gerade hier spätere Zeiten die gewünschte Aufklärung bringen werden.

---

## Inhaltsverzeichnis.

# Tafelerklärung.

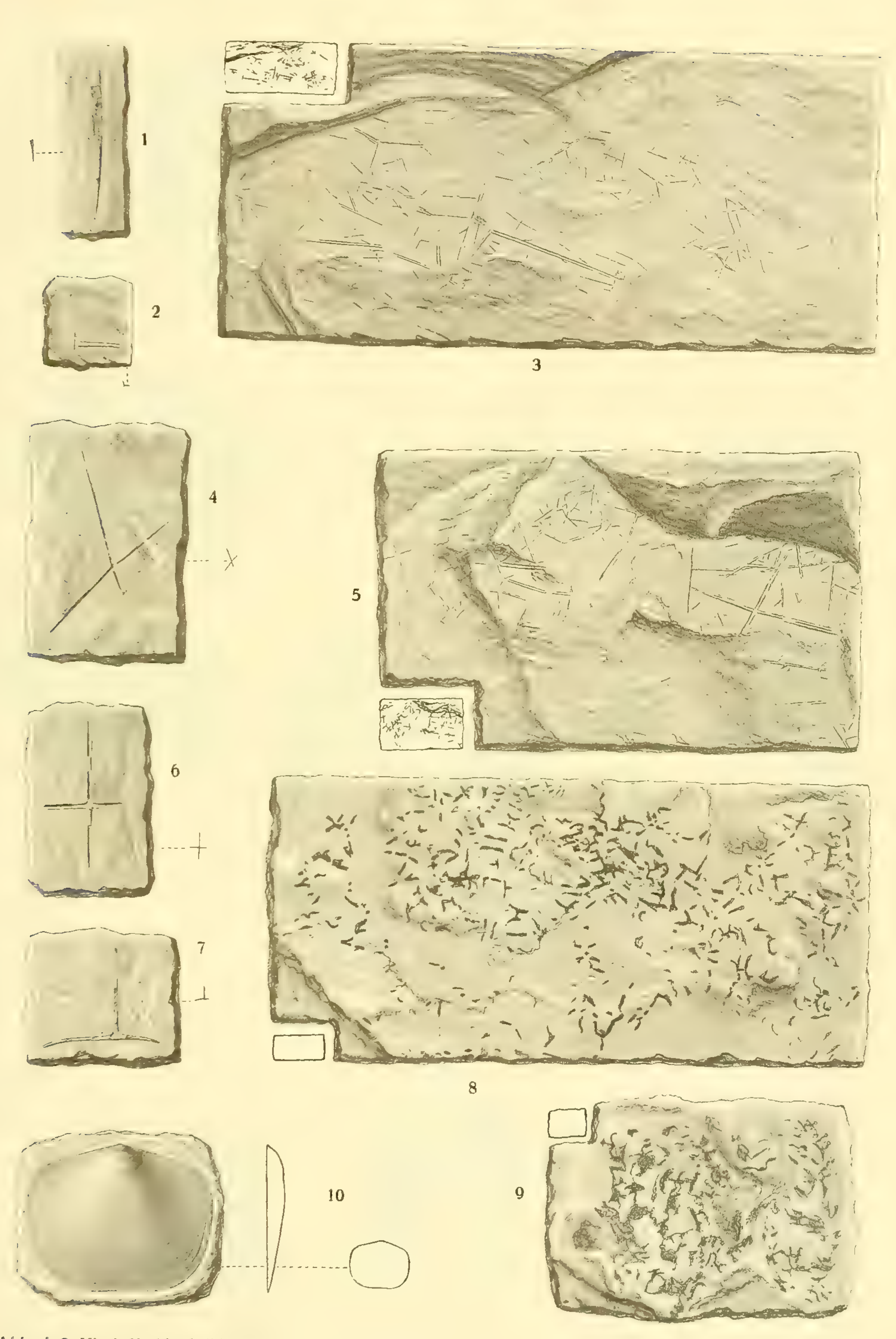
## Tafel I.

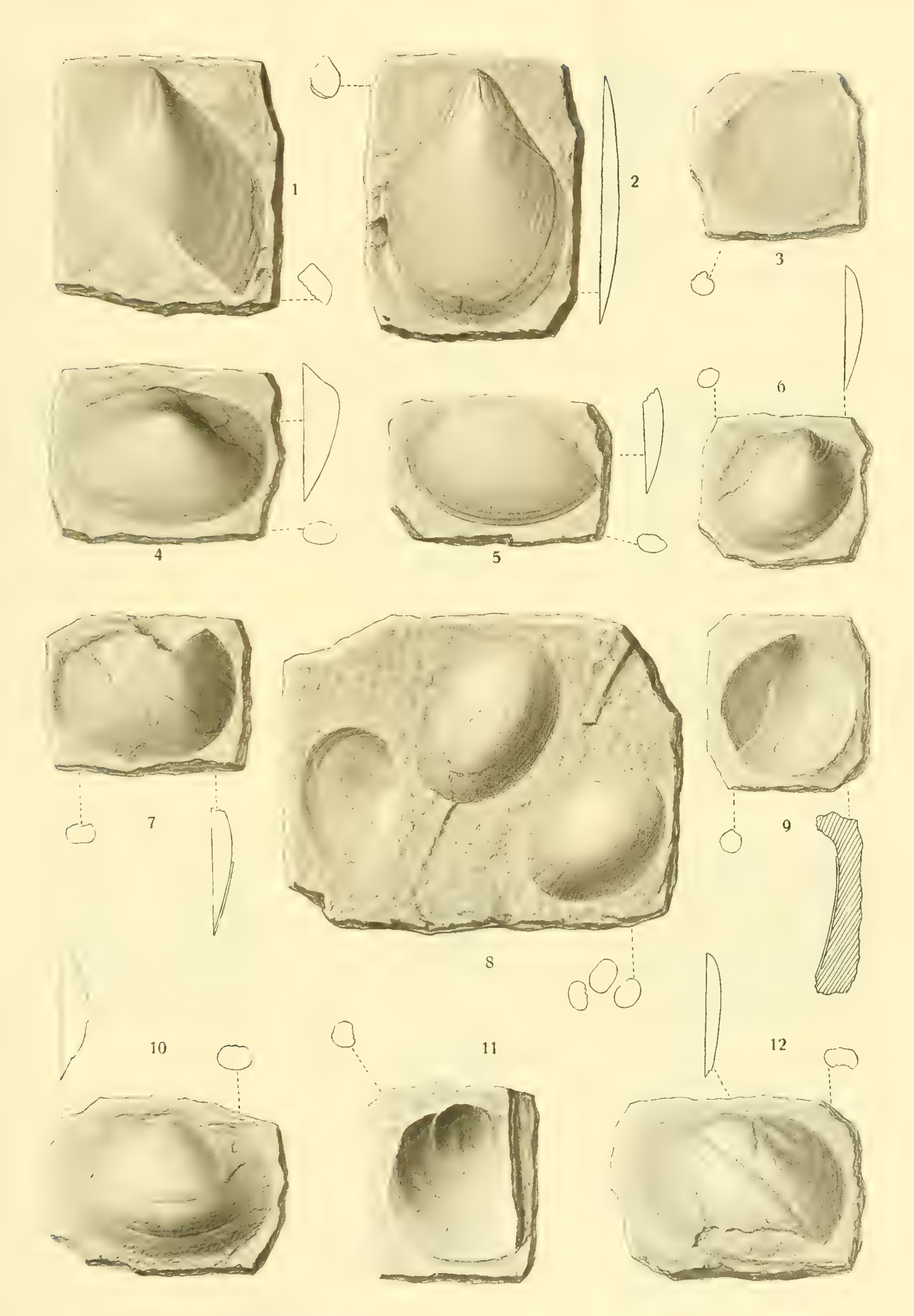


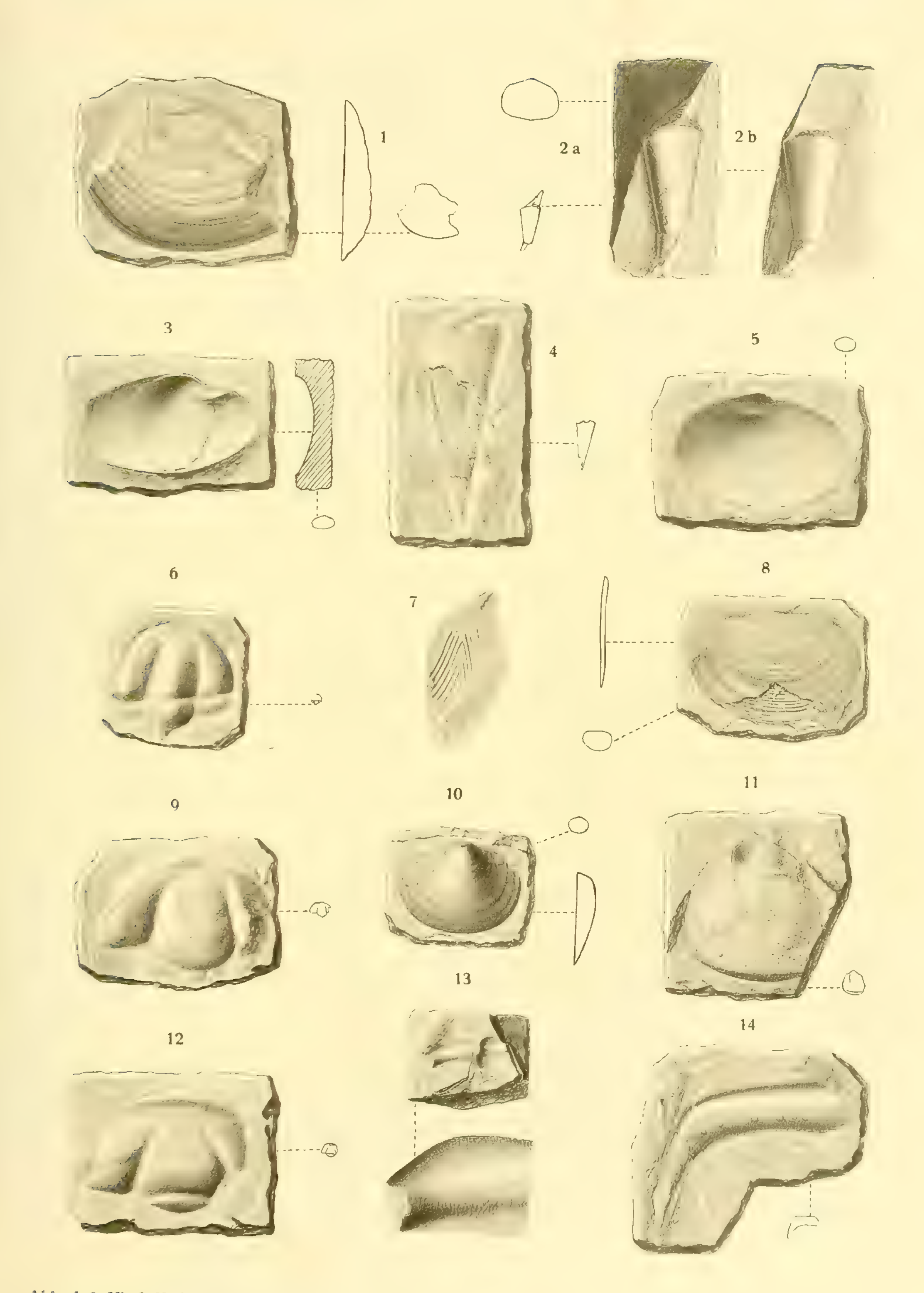
## Tafel II.



## Tafel III.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


1
2
3
6
4
5
7
9
8
10
11
12


1
2 a
2 b
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse

# Nova Kepleriana

## Wieder aufgefundene Drucke und Handschriften von Johannes Kepler

herausgegeben

von

**Walther von Dyck**

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

# Einleitung.

Die Wiederauffindung zweier „Prognostica“ Johannes Keplers aus den Jahren 1604 und 1624 auf der K. Hof- und Staatsbibliothek in München und des anonym erschienenen „Glaubensbekenntnisses“ Keplers aus dem Jahre 1623 auf der Bibliothek des Predigerseminars zu Wittenberg haben mich in den letzten Jahren veranlaßt, systematisch nach weiteren etwa noch unbeachtet gebliebenen Schriften Keplers zu suchen. Ich möchte die Ergebnisse meiner bisherigen Studien zunächst in Kürze zusammenfassen.

Einige kleinere, bisher unbekannte Drucke sind mir zugegangen durch die Güte des Herrn Professors Dr. K. Schiffmann, des Leiters der K. K. öffentl. Bibliothek in Linz – „Joannis Kepleri funera domestica duo luctuosissima. Lincii, Excudit Johannes Plancus. Anno 1616“ — und des Herrn Professors Dr. Ludendorff am Observatorium in Potsdam — ein Hochzeitsgedicht aus dem Jahre 1608 auf die Hochzeit des Rektors am Gymnasium zu Görlitz Caspar Dornavius mit Elisabeth Gleich und ein Gedicht auf den Regierungswechsel der Kaiser Rudolph II. und Matthias „Νυχθήμερον Augustale Ioannis Kepleri, Impp. Caes. Rudolphi II. f. m. et Matthiae I. Mathematici. Excusum Pragae, typis Caspari Kargesii. Anno Domini 1612.“

Die Staatsarchive in Dresden und Stuttgart enthalten noch einzelne auf die Herausgabe der Tabulae Rudolphinae und der Observationes Tychonis Brahe bezügliche Schriftstücke, darunter einen von Herrn Archivrat Dr. Kraus in Stuttgart in Tübinger Papieren aufgefundenen Brief Keplers, worin er den Landgrafen Philipp von Hessen um Unterstützung der Herausgabe der Observationes bittet.

Eine gelegentliche Nachforschung auf der Stadtbibliothek in Hamburg ergab eine Vervollständigung des im Jahre 1672 durch Berneggers Nachkommen herausgegebenen Briefwechsels von Kepler mit M. Bernegger und W. Schickhardt aus dem von Bernegger geführten Brieftagebuch, enthalten in der „Suppellex epistolica Uffenbachii et Wolfiorum“. vol. 31 et 32. Berneggeri adversaria.

Sodann habe ich im Herbst 1912 auf der Bibliothek des Britischen Museums in London und Ostern 1914 auf der Nationalbibliothek und auf der Bibliothek der Sternwarte in Paris Originalbriefe Keplers aufgefunden. Der eine, in der Lansdowne-Collection des Britischen Museums enthalten, aus dem Jahre 1603, an Sir Edmund Bruce gerichtet, ergänzt die Lücke der bekannten von Bruce an Kepler gerichteten Briefe aus den Jahren 1602 und 1603. Die andern, in Paris befindlichen, bilden eine Reihe von Briefen Keplers an den sächsischen Kanzler Seussius und den Leipziger Mathematiker Philipp Müller aus den letzten Lebensjahren Keplers. Sie stammen aus einer auch sonst für die Geschichte der Astronomie wichtigen, in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts angelegten Briefsammlung des Astronomen Joseph Nicolas Deslisle.

Vor allem aber ist es die Kaiserliche Hofbibliothek in Wien, welche eine bedeutende und nur unvollständig durchforschte Sammlung von Handschriften Keplers besitzt. Sie entstammt zu einem Teile dem um die Mitte des 17. Jahrhunderts für die Hofbibliothek erworbenen Nachlaß Tycho Brahes und seiner Erben, zum andern Teil einer umfassenden, ursprünglich von Kepler selbst geordneten Manuskriptsammlung.

Wir müssen auf die bekannten Schicksale dieser Sammlung mit einigen Worten eingehen, um die darüber vorhandenen Darstellungen zu ergänzen und zu berichtigen. Sie ging zunächst von den Nachkommen Keplers an den Danziger Astronomen J. Hevelius über und dann im Jahre 1708 durch Kauf an den Leipziger Magister Michael Gottlieb Hanschius, der sie in 20 Folio- und 2 Quart-Bänden neu ordnete und für eine Herausgabe vorbereitete. Hevelius hat in den London Philosophical Transactions vom Jahre 1674 ein Inhaltsverzeichnis der damals aus 29 Heften bestehenden Sammlung gegeben. Unter den auf der Nationalbibliothek in Paris befindlichen Papieren von Hevelius findet sich gleichfalls eine Aufzeichnung über dieselbe, auf die bei Gelegenheit noch zurückzukommen sein wird.[1]) Hanschius hat eine genaue Inhaltsangabe der 22 Bände mit Ankündigung der beabsichtigten Herausgabe in den Acta Eruditorum vom Jahre 1714 veröffentlicht.[2])

Bekanntlich hat er dann im Jahre 1718 mit Unterstützung Kaiser Karls VI. aus dieser Sammlung eine Briefserie „Ioannis Kepleri aliorumque Epistolae

---

[1]) J. Hevelius „Johannis Kepleri, Mathematici suo saeculo clarissimi, Manuscripta“. London Philosophical Transactions vol. IX, 1674, pag. 27—31 und Bibliothèque Nationale, Paris unter „Nouvelles acquisitions latines“ Cod. No. 1640, fol. 98.

[2]) Deutsche Acta Eruditorum, 25. Teil, Leipzig 1714, S. 15—22 und Acta Eruditorum anno 1714 publicata, pag. 242—246.

mutuae“ herausgegeben, und später, 1726, noch den Dialog „De calendario Gregoriano“, sah sich aber weiterhin durch mißliche Vermögensverhältnisse gezwungen, den ganzen Plan aufzugeben. Diejenigen drei (oder vier [1])) Bände der Sammlung, welche den größten Teil der von Hanschius veröffentlichten Briefe und den Dialog über den Kalender enthalten, sind in den Besitz der Wiener Hofbibliothek übergegangen. Es sind die dortigen Codices No. 10702, 10703 und 10704 der kaiserlichen Handschriftensammlung. Den Rest der Sammlung aber hat Hanschius in Frankfurt versetzt und konnte ihn, trotz mannigfachster Bemühungen weder verkaufen noch wieder auslösen. Dort fand ihn um 1760 der Nürnberger gelehrte Sammler Christoph Gottlieb von Murr, der nun seinerseits den Ankauf durch eine gelehrte Gesellschaft zu ermöglichen suchte. Er hat im Jahre 1768 ein vorläufiges „Verzeichnis der Keplerschen Handschriften“ an Kästner nach Göttingen geschickt [2]) und ist erneut 1769 für ihre Veröffentlichung eingetreten in seiner „Ermunterung an die Deutschen, Keplers Schriften zum Druck zu befördern“.[3])

Auf Eulers Empfehlung hin wurden dann, im Jahre 1774, die noch vorhandenen Manuskripte — im ganzen 18 Bände — von der Kaiserin Katharina II. von Rußland für die Petersburger Akademie angekauft und in der Folge der Sternwarte in Pulkowa überwiesen, wo sie sich noch heute befinden.[4])

[1]) Siehe den Schluß der unten folgenden Anmerkung 4 auf Seite VI.

[2]) Göttingische Anzeigen, Band 1, 1768, Seite 705—706.

[3]) Gedruckt als Anhang zu der Schrift „Anmerkungen über Herrn Lessings Laokoon“ von Chr. G. von Murr, Erlangen, 1769, Seite 47—60.

Man vergleiche auch die Anzeige im Journal des Sçavans vom Februar 1774 (Amsterdam, 1774), S. 377—380: „M. de Murr de Nuremberg a invité en 1769 dans un écrit Allemand, la Nation et les Sçavans, à procurer la publication des manuscripts du célèbre Kepler qui sont actuellement à Francfort sur le Mein, chez Madame Trummern, conseillère de la Monnaie, au prix de quatre mille livres de France.“ Dort finden sich einige nicht unwesentliche Ergänzungen zum Verzeichnis von 1769.

Ferner sehe man Murrs Darstellung der „Schicksale der Handschriften Johann Keplers“ in Zachs Monatlicher Korrespondenz, Oktoberheft 1810. Endlich den Aufsatz von O. Struve „Beitrag zur Feststellung des Verhältnisses von Kepler zu Wallenstein“ in den Mémoires de l'Académie de St. Petersbourg, VII. Série, Bd. 2, 1860, sowie die Mitteilung hierüber von F. L. Hoffmann in Serapeum, 22. Jahrgang, Leipzig, 1861.

[4]) Dem Entgegenkommen des Direktors der Sternwarte in Pulkowa, Herrn Professor Backlund verdanke ich ein genaues handschriftliches Verzeichnis der dort befindlichen 18 Bände, das im wesentlichen, auch der detaillierten Inhaltsangaben, mit dem Hanschiusschen vom Jahre 1714 übereinstimmt, nur fehlen die Bände VI, VII, VIII und XII. Nach dem Verzeichnis von Murr aus dem Jahre 1769, das gleichfalls (nur abgekürzt) mit den Hanschiusschen Angaben übereinstimmt, sind diese Bände auch schon damals nicht mehr vorhanden gewesen. Murr vermerkt nämlich: „Vol. VI, VII und VIII enthielten die herausgegebenen Briefe und sind in der kaiserlichen Bibliothek; vol. XII ist nicht da, weil dessen Inhalt gedruckt ist.“ Diese Angaben sind ungenau: Einerseits enthält Band VI keine Briefe, sondern, außer einer Anzahl nicht herausgegebener Manuskripte zur Kalenderfrage den (von Hanschius 1726

Auch das Kaiserliche Staats-Archiv in Wien besitzt einzelne auf Kepler bezügliche Aktenstücke unter den Impressorien und Personalien.

---

publizierten) Dialog über den gregorianischen Kalender. Andererseits ist auch ein großer Teil der Briefe des XI. Bandes, mit denen des VII. und VIII. Bandes, gleichfalls in die Hanschiusschen Epistolae aufgenommen.

Von den in Wien befindlichen drei Codices 10702, 10703 und 10704 ist der letzte Cod. 10704 mit Band VI des Hanschiusschen Verzeichnisses identisch. Aber es entsteht die Frage: Ist der Inhalt der Codices 10702 und 10703 identisch mit dem Inhalt der drei Briefbände VII, VIII und XII, oder aber nur mit VII und VIII, in welchem Fall Band XII verloren gegangen wäre? Darüber ist das folgende zu bemerken:

Die von Hanschius zusammengestellten 22 Bände waren in Pergament gebunden und auf der Vorderseite in Golddruck mit der Inschrift „Deo et publico", auf der Rückseite mit den Hanschiusschen Initialen „D. M. G. H. 1712" versehen, während sie auf dem Rücken die Bandnummern und darüber fortlaufende Buchstaben tragen. C. Frisch gibt hierfür (Opera omnia vol. I, S. 65) das Schema:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M | A | N | U | S | C |
| I | II | III | IV | V | VI |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | E | P | P | L | E | R | I | et | A | L | I | O | R | U | M |
| VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXI | XXII |

Diese Angabe, wie einige weitere dort angefügte Bemerkungen sind ungenau. Aus dem von Murrschen Verzeichnis von 1769 geht vielmehr, da die beiden Quartbände XXI und XXII keine Buchstaben tragen, das Schema hervor:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M | A | N | U | S | C |
| I | II | III | IV | V | VI |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | E | P | P | L | E | R | I | A | N | O | R | U | M | — | — |
| VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXI | XXII |

Dazu bemerkt v. Murr noch „Die fehlenden Bände sind bereits schon von dem Herrn Hansch cassiret worden, als er sie gedruckt herausgab, nämlich die Briefe. Es finden sich unter den Büchern in der Kiste Bände, wozu das darum gewesene Pergament gebraucht worden." In der Tat, von den drei Bänden der Wiener Hofbibliothek trägt nur mehr der eine, Cod. 10704 (der die Akten zur Kalenderreform enthält) den Hanschiusschen Aufdruck $\frac{\text{C}}{\text{VI}}$, während die beiden anderen, Briefe enthaltenden Bände zwar in gleicher Weise und offenbar von demselben Handwerker gebunden sind wie die übrigen, aber auf Vorder- und Rückseite das kaiserliche Wappen tragen und keinen Aufdruck auf dem Rücken. Es ist also sehr wohl möglich, daß die ehemals mit VII, VIII und XII nummerierten Bände bei dem vorgenommenen Umbinden in zwei Bände vereinigt wurden. Dafür spricht der Umstand, daß die in Cod. 10703 enthaltene Briefsammlung in zwei Teile gespalten ist durch ein in der Mitte eingefügtes Heft von 108 Seiten „Acta ad vitam Kepleri spectantia". Diese Einschaltung ist im Hanschiusschen Verzeichnis, in welchem die Briefschreiber der in den Bänden VII bis XII zusammengestellten Korrespondenz namentlich, aber nicht gemäß der Anordnung in den Bänden aufgeführt sind, nicht erwähnt. Genaueren Aufschluß kann in der Frage indes nur Einsicht und Vergleich auch der Pulkowaer Briefbände geben, die zur Zeit nicht möglich ist.

Andererseits ist folgender Umstand beachtenswert: von Murr zählt außer dem Verzeichnis der 22 Bände unter den in Frankfurt versetzten Keplerianis noch auf: „Ein Paquet auf welchem steht: Epistolae Kepleri, Michaelis Maestlini etc. Ein anderes, welches eine Menge Tabellen enthält. Noch eines, mit der Aufschrift Tychonis Tabulae." Dann werden noch verschiedene Bücher, Kupferplatten und kleinere Manuskripte erwähnt, die im Verzeichnis von 1774 noch genauer angeführt sind. Die mir von der Sternwarte in Pulkowa zugegangene Aufzählung vermerkt dagegen außer den 18 Bänden nur noch eine „Mappe mit Aufschrift Keppleriana. Varia". Es sind also wohl sicher Teile der in Frankfurt seiner Zeit aufbewahrten Manuskripte und Bücher verschwunden.

Bei der Herausgabe der Gesamtwerke Keplers durch Chr. Frisch wurden merkwürdiger Weise die Wiener Manuskripte, die man schon ganz durch Hanschius veröffentlicht glaubte, nur einer flüchtigen Durchsicht unterzogen, was dadurch vielleicht erklärt werden kann, daß um eben diese Zeit die Wiener Handschriftensammlung eine durchgreifende Neuordnung fand. Dies gilt insbesondere von den zerstreuten Dokumenten aus dem Nachlaß von Tycho Brahe. Aber auch von Codex 10704, in welchem, wie schon angedeutet, sich außer dem Dialog über die Kalenderreform noch eine Reihe wertvoller Manuskripte in gleicher Frage befinden. Auch seither sind diese Dokumente unbeachtet geblieben, obwohl sie der Hauptsache nach im sechsten Band des Wiener Handschriftenkataloges verzeichnet sind und obwohl O. Struve in dem oben erwähnten Aufsatz über „Keplers Verhältnis zu Wallenstein"[1]) und F. Kaltenbrunner in seinen Arbeiten zur Frage der Kalenderreform[2]) auf ihr Vorhandensein ausdrücklich hingewiesen haben.

Die sämtlichen im Codex 10704 und in den Papieren von Tycho Brahe (vor allem in den Codices 8352, 9737 und 10686) zerstreut vorhandenen und noch nicht veröffentlichten Dokumente lassen sich nunmehr folgendermaßen zusammenordnen:

1. Abhandlungen zur Frage der Kalenderreform, welche unter den Kaisern Rudolph II. und Matthias die Vorschläge für die Einführung des gregorianischen Kalenders auf eine feste Basis stellen und den protestantischen Kurfürsten und Ständen annehmbar machen sollten. Von diesen Untersuchungen ist nur ein Teil aus der Veröffentlichung durch Hanschius und aus den Manuskripten von Pulkowa und Dresden bekannt. In unmittelbarem Zusammenhang damit stehen zwei Abhandlungen „De forma anni (Juliani) in tabulis Rudolphi adhibita" und „De numero aureo", die gelegentlich in den Tafeln Erwähnung finden, ohne daß man bisher von ihrem Vorhandensein Kenntnis hatte.

2. Briefe und Aktenstücke über die Herausgabe der Tabulae Rudolphinae und daran anschließend Verhandlungen betreffend die Herausgabe der Observationes Tychonis Brahe mit Kepler selbst und mit seinen Erben. Die Dokumente umfassen die Zeit von 1604 bis 1638 und sind deshalb besonders beachtenswert, weil die Herausgabe der Tafeln und Beobachtungen, welche dem Kaiserlichen Astronomen als Hauptaufgabe gestellt war, Kepler sein ganzes Leben hindurch immer wieder beschäftigt hat, nachdem ihn ihre erste Inangriffnahme, durch welche ihm Tycho Brahes genaue Beob-

---

[1]) Siehe die Anmerkung 3 auf Seite V.

[2]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Philos.-hist. Kl. 1876 und 1877.

achtungen zugänglich wurden, auf die Entdeckung der Gesetze der Planetenbewegung geführt hatte.

3. Weitere Schriftstücke, zu denen auch die im kaiserlichen Archiv befindlichen zu rechnen sind, und ein Akt „Ad vitam Kepleri spectantia" beziehen sich auf persönliche Verhältnisse Keplers, im besonderen auf seine Beziehung zu Tycho Brahe.

4. Endlich finden sich noch umfangreiche Tabellen, Zeichnungen und graphische Darstellungen zur Bewegung des Mondes und der Planeten unter den Wiener Handschriften.

Man wird in der Folge auch die 18 in Pulkowa befindlichen Handschriftenbände einer erneuten Durchforschung unterziehen müssen, da auch sie, wie eine Durchsicht des I. und XI. Bandes mir gezeigt hat, nicht vollständig in der Gesamtausgabe verwertet wurden. Besonders der astrologische Teil der Manuskripte ist in der Gesamtausgabe nur auszugsweise enthalten und ebenso gibt beispielsweise diese Ausgabe nur einen Teil der Fragmente zum „Hipparchus" aus dem I. und XV. Bande der Pulkowa-Manuskripte wieder.

Zu allen diesen jetzt neu aufgefundenen oder noch zu erschließenden nachgelassenen Schriften Keplers treten noch die mannigfachen, seit Abschluß der Gesamtausgabe der Werke veröffentlichten Manuskripte hinzu: So der 1886 von G. Anschütz veröffentlichte Briefwechsel Keplers mit dem bayerischen Kanzler Herwart von Hohenburg[1]); ferner das von C. Bruhns aus den Akten des Dresdner Archivs herausgegebene „Gutachten zur Kalenderreform"[2]). Weitere Beiträge zum Keplerschen Briefwechsel haben gegeben F. Dvorsky aus den Prager Archiven[3]), J. Loserth, R. Peinlich aus den Archiven in Linz und Graz[4]); Ph. Walther, K. von Weber,

[1]) G. Anschütz „Ungedruckte Korrespondenz zwischen J. Kepler und Herwart von Hohenburg". Nach den Manuskripten zu München und Pulkowa herausgegeben. Sitzungsberichte der böhm. Ges. der Wissenschaften. Prag, 1886. Auch als 9. (Supplement)-Band zu den Werken erschienen. Einige der Münchner Briefe hatte F. P. v. Schrank schon im Jahre 1796 in einer „Sammlung naturwissenschaftlicher und physikalischer Aufsätze" veröffentlicht.

[2]) C. Bruhns „Einige Notizen über Kepler". Berichte der Gesellschaft d. W. zu Leipzig, Bd. 24, 1872.

[3]) F. Dvorsky „Neues über Kepler". Prag, 1880.

[4]) J. Loserth „Die Beziehungen der steiermärkischen Landschaft zu den Universitäten Wittenberg, Rostock, Heidelberg, Tübingen, Straßburg u. a. in der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts". Graz, 1898.

J. Loserth „Akten und Korrespondenzen zur Geschichte der Gegenreformation in Innerösterreich unter Ferdinand II." Fontes rerum austriacarum; herausgegeben von der historischen Kommission der K. Akad. d. W. in Wien, II. Abteilung, 60. Band. Wien, 1907.

R. Peinlich „Zwei Beiträge zur Biographie M. Johann Keplers". Grunerts Archiv, Bd. 49. „Die steierischen Landschaftsmathematiker vor Kepler". Ebenda, Bd. 54. „Keplers Heirathsbrief von 1597". Ebenda, Bd. 56.

F. Strehlke „Zwei Gedichte von Tycho Brahe und Kepler". Ebenda, Bd. 26.

G. M. Jochner aus denen zu Darmstadt, Dresden und München[1]), endlich Reifferscheid aus der Handschriftensammlung der Hamburger Stadtbibliothek.[2])

Aus der Stadtbibliothek in Ulm hat L. F. Ofterdinger das „Ulmer Meßbüchlein" publiziert.[3]) Endlich hat A. Favaro gelegentlich der Herausgabe der Werke Galileis verschiedene nicht unwichtige Beiträge zum Briefwechsel Keplers geliefert[4]) und auch die Forschungen zu Tycho Brahe (J. R. Friis, Dreyer) haben manche Kepleriana zu Tage gefördert[5]).

Damit ist nun ein so reichhaltiges Material, über den Inhalt der Gesamtausgabe hinausgreifend, gewonnen, das in wesentlichen Punkten zur Ergänzung der Lebensgeschichte und Lebensarbeit Keplers beiträgt, daß schon aus diesem Grunde eine Neuausgabe der Werke geboten erscheint. Sie ist aber auch zu wünschen wegen der Unvollkommenheiten der gegenwärtigen Ausgabe.

Bei aller Anerkennung des enormen Fleißes und des großen Geschickes, das Frisch als Herausgeber der „Opera omnia" an den Tag gelegt hat, muß doch gesagt werden, daß eine Aufgabe wie die vorliegende die Kraft eines einzelnen übersteigt. Die Texte sind nicht unseren heutigen Anforderungen an Genauigkeit entsprechend wiedergegeben. Wenn man von den von Kepler selbst herausgegebenen Werken absieht, so ist bei den übrigen Schriften vielfach nicht der ursprüngliche Text zugrunde gelegt; auch fehlen zumeist die Hinweise dafür, wo die zum Abdruck gebrachten Manuskripte sich befinden.

---

[1]) Ph. A. F. Walther „Landgraf Philipp von Hessen genannt der dritte oder auch von Butzbach". Archiv für Hessische Geschichte und Altertumskunde, 11. Band. Darmstadt, 1867.

K. v. Weber „Aus vier Jahrhunderten". Mitteilungen aus dem Hauptstaatsarchiv zu Dresden. Neue Folge, Band 2. Leipzig, 1861.

G. M. Jochner „Mitteilungen aus der Schriftwechselung Herzog Wolfgang Wilhelms . . . mit M. Johanne Keplero Kay. Mathematicus . . ." Historisch-politische Blätter für das kath. Deutschland, Bd. 141, 1908.

[2]) Reifferscheid „Quellen zur Geschichte des geistigen Lebens in Deutschland während des 17. Jahrhunderts". Heilbronn, 1889.

[3]) L. F. Ofterdinger „Discurs, welcher Gestalt allerhand Ulmische Maaßsachen in einander zu verknüpfen und zu conservieren sein möchten, von Johannes Kepler". Ulm, 1872.

[4]) A. Favaro „Carteggio inedito di Ticone Brahe, Giovanni Keplero . . . con Giovanni Antonio Magini". Bologna, 1886 sowie: „Sopra una scrittura inedita di Giovanni Keplero intorno al sistema Coppernicano". Accad. dei Lincei, Rom, 1891. Sodann die auf Tycho Brahes Observationes bezüglichen Briefe von G. Pieroni und Ludwig Kepler an Galilei, welche Favaro in Band XVII der Nationalausgabe der Werke Galileis veröffentlicht hat.

[5]) J. R. Friis „Tyge-Brahe-Handskrifter i Wien og Prag." Danske Sammlinger for Historie, Topographi, Personal- og Literatur-historie. 5. Bd. Kopenhagen, 1868 und „Breve og aktstykker angaaende Tyge Brahe og hans slaegtninge". Kopenhagen, 1875.

J. L. E. Dreyer „Tycho Brahe" Karlsruhe, 1894, mit genauen Literaturangaben.

Die mit großer Sorgfalt von Chr. Frisch vorgenommene Einordnung und Aufteilung des Briefwechsels in den sachlichen Zusammenhang der einzelnen Werke und Schriften dient zwar in trefflicher Weise der Texterläuterung im einzelnen, aber man muß es bei dem lebendigen und eindringlichen Stil dieser Briefe doch beklagen, daß aus den jeweils dargebotenen Bruchstücken kein einheitliches Bild von Keplers Persönlichkeit entsteht, wie es gerade aus der Zusammenfassung seines Briefwechsels zu uns sprechen könnte. Aber auch sonst geht in den vielen im einzelnen zugefügten Details der Gesamtüberblick verloren.

Dazu trägt freilich auch die Form der Ausgabe bei, die aus Mangel an Mitteln allzu sparsam in Raum und Ausstattung bemessen ist. Der geschmackvollen Form der Keplerschen Originalausgaben mit ihren charakteristischen Holzschnitten und Kupferstichen steht ein recht nüchterner, engzeiliger und wenig übersichtlicher Neudruck mit dürftigen Figuren gegenüber.

In ideeller Beziehung wünschte man, wie das gesamte Lebenswerk so besonders die inmitten jener gewaltigen Zeit aufrecht ragende Persönlichkeit Keplers tiefer gefaßt und in ihrer Stellung zu den wissenschaftlichen und kulturellen Problemen und Fragen der Zeit allseitig gewürdigt zu sehen.

Ich bin auf der Versammlung der Abgeordneten des Verbandes deutscher wissenschaftlicher Körperschaften in Wien, zu Pfingsten des vergangenen Jahres 1914 für den Plan einer solchen Neuausgabe der Werke Keplers eingetreten und habe seine Bedeutung in einem kurzen Bericht niedergelegt, der im Protokoll jener Tagung erschienen ist.

Wenige Wochen später brach der europäische Krieg aus und hat die Aussicht auf die Verwirklichung eines solchen weitreichenden Unternehmens in unbestimmte Ferne gerückt. Dann aber, wenn durch die Wucht des Deutschen Schwertes und unserer Bundesgenossen machtvollen Anteil ein fester, dauernder Friede errungen ist, der die ungeheueren Opfer an Gut und Blut, die wir darbringen, rechtfertigt und uns zur Friedensarbeit zurückkehren läßt, dann mag es als eine tüchtige, gemeinsam zu lösende Aufgabe erscheinen, die Werke und die Persönlichkeit des größten deutschen Astronomen neu erstehen zu lassen in einer Gesamtausgabe, die alle uns zugänglichen Dokumente vereinigt, die den gewaltigen Stoff durch sorgfältige Anordnung und Gliederung erschließt und die auch in ihrer äußeren Gestalt der Würde des Mannes und des Gegenstandes gerecht wird.

Als eine Vorbereitung zu einer solchen Neuausgabe möchte ich es angesehen wissen, wenn ich in der Folge, in zwangloser Reihe, die neu aufgefundenen Drucke und Manuskripte mit kurzen erläuternden Bemerkungen der Öffentlichkeit übergebe. Ich fasse sie unter dem gemeinsamen Titel „Nova Kepleriana“ zusammen und bezeichne die im XXV. Bande dieser Abhandlungen bereits veröffentlichten beiden Keplerdrucke „Zwei wiederaufgefundene Prognostika Johannes Keplers auf die Jahre 1604 und 1624“ und das „Glaubensbekenntnis von Johannes Kepler vom Jahre 1623“ als erste und zweite Nummer dieser Reihe.

Bei der Herstellung des druckfertigen Textes aus den zum Teil nicht gut erhaltenen Manuskripten und bei den Korrekturen haben mich meine beiden jüngeren Freunde, Herr Dr. Fritz Endres und Herr Dr. Karl Alexander von Müller, Mitarbeiter bei der historischen Kommission unserer Akademie, sachkundig unterstützt und ich spreche ihnen auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aus.

München, im August 1915.

Walther von Dyck.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 2. Abhandlung

---

# Nova Kepleriana

## Wieder aufgefundene Drucke und Handschriften von Johannes Kepler

herausgegeben
von
**Walther von Dyck**

## 3.

## Briefwechsel Keplers mit Edmund Bruce

Vorgetragen am 2. Mai 1914

---

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

Von dem Engländer Edmund Bruce sind drei Briefe an Kepler bekannt, vom 15. August 1602 aus Florenz, vom 21. August 1603 aus Padua und vom 5. November 1603 aus Venedig an Kepler gerichtet — die Originale befinden sich auf der Hofbibliothek in Wien (Handschriften, Cod. 10702); ein Abdruck bei Hanschius, Epist. S. 200, 201 und Opera omn. Bd. 2, 3 u. 8; ein Auszug in der National-Ausgabe der Werke Galileis, Bd. 10, S. 90 und 104. Frühere Briefe von Bruce an Kepler, welche der Brief vom 15. August 1602 erwähnt, fehlen.

Dagegen habe ich den bisher unbeachtet gebliebenen Brief Keplers an Bruce vom 4. September 1603, welcher die Antwort auf die beiden ersten Briefe von Bruce bildet und auf den dieser im Brief vom 5. November 1603 verweist, in der Bibliothek des Britischen Museums gelegentlich eines Aufenthaltes in London im Herbst 1913 aufgefunden. Er ist dort enthalten in der „Bibliotheca Lansdowniana“, die das Britische Museum im Jahre 1807 von Marquis of Landsdown erworben hat, und zwar gehört das Manuskript zu den von Sir Michael Hicks, dem Sekretär von Lord Burleigh zu Anfang des 17. Jahrhunderts gesammelten Handschriften, ist also wohl unmittelbar aus dem Besitze von Bruce in jene Sammlung gelangt[1]. Ich bringe den Brief, dessen Veröffentlichung mir durch die Verwaltung der Bibliothek des Britischen Museums seiner Zeit in dankenswerter Weise gestattet wurde, zum Abdruck und füge jene drei schon bekannten Briefe von Bruce an Kepler bei, wegen der unmittelbaren Beziehungen des Keplerschen Briefes auf einzelne Stellen in diesen, die wir besonders zu würdigen haben.

Es ist mir nicht gelungen, unter den vielen Vertretern der Wissenschaft des berühmten schottischen Namens Bruce, welche die National Biography und andere Gelehrtenlexika aufweisen, den „gelehrten Freund Galileis und

[1]) Der im Jahre 1819 verfaßte Katalog der Landsdown-Collection verzeichnet unter vol. 89, No. 15 das Manuskript mit den Worten „A letter from Kepler, the great mathematician at Prague to his friend Sir Edmund Bruce at Padua. — On various matters, especially that he is now engaged in astronomical disquisitions, commenting on Ptolomy etc.“ Damit ist die Bedeutung des Briefes nicht charakterisiert.

Keplers" nachzuweisen. Eine Nachricht über ihn findet sich in der von Paolo Gualdo verfaßten Lebensbeschreibung des bekannten, aus Genua stammenden Patriziers Johannes Vincentius Pinelli, dessen Haus mit seiner reichen Bibliothek den Gelehrten und Studierenden der Universität Padua, wie den vorübergehend dort sich aufhaltenden Fremden offen stand und das damals, bis zum Tode Pinellis, im Jahre 1601, den Mittelpunkt der geistigen Interessen in Padua gebildet hat. Dort findet sich die folgende Stelle über Edmund Bruce[1]): „Amicos Pinellus sibi conciliatos similitudine studiorum, tanquam exemplar aliquod intueretur sui, singulari benevolentia prosequebatur, eos praesertim, quibus curae esset rerum admirandarum, quae ab arte vel natura proficiscerentur, accurata disquisitio: Edmundum Brutium in his, nobilem Anglum, disciplinarum Mathematicarum rerumque militaris et herbariae apprime scientem, cuius ille commentationes non semel suspexit, cuius se quandoque imparem curiositate est ingenue professus."

In den Briefen von Bruce an Kepler beansprucht die Stelle in dem Schreiben vom 5. November 1603 besondere Beachtung, in welcher Bruce seine an Giordano Bruno anschließenden Gedanken über die Unendlichkeit des Weltalls und über die durch die Fixsterne gegebene Vielheit der Sonnensysteme ausspricht.

Kepler hat sich dieser Bemerkung wieder erinnert, als ihn 1610 die Galileische Entdeckung der vier den Jupiter umkreisenden Planeten und der diese verkündende „Sidereus nuncius" Galileis gefangen nahm. Damals hat er an den Bruceschen Brief die vom 5. April 1610 datierten Randnoten (vergleiche im folgenden Text Seite 13) zugefügt, in welchen er den weittragenden Gedanken von Bruce hervorhebt. Wie er sich mit ihm abfindet, geht aus seiner (vom 19. April 1610 datierten) „Dissertatio cum Nuncio Sidereo" hervor, aus der wir einige besonders charakteristische Stellen hier einfügen, welche zugleich die Auffassung Keplers[2]) gegenüber den von Galilei entdeckten Tatsachen bezeichnen.

Kepler hat die Galileische Entdeckung der Jupitermonde zuerst durch den Consiliarius Kaiser Rudolphs II., Matthaeus Wackher von Wakhenfels

[1]) „Vita Ioannis Vincentii Pinelli, patricii genuensis. In qua studiosis bonarum artium, proponitur typus viri probi et eruditi. Auctore Paulo Gualdo, Patricio Vicetino." Augustae Vindelicorum, anno 1606, pag. 42, 43.

Als Freund des Philologen Laurentius Pignorius in Padua wird E. Bruce mit Galilei, Marcus Welser u. a. erwähnt in Jac. Phil. Tomasinis „Elogia virorum literis et sapientia illustrium"; Patavii, 1644, pag. 204.

[2]) J. Kepleri Opera omnia, Bd. II, S. 485—506;
Le opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. III, 1, pag. 97—126 und vol. X, pag. 319—340.

erfahren und sucht die neue Erscheinung mit dem Weltbild in Einklang zu bringen, das er sich auf der Grundlage der durch die fünf regulären Körper gegebenen Maßzahlen im „Mysterium Cosmographicum" konstruiert hat:

„Meditatus mecum sum, qui possit aliqua fieri accessio ad Planetarum numerum, salvo meo Mysterio Cosmographico, quod ante annos tredecim in lucem dedi, in quo quinque illae Euclidis figurae, quas Proclus ex Pythagora et Platone Cosmicas appellat, Planetas circa Solem non plures sex admittunt."

Wackher zieht den in damaliger Zeit erstaunlich kühnen Schluß[1]: „. . . haud dubie circa fixarum aliquas circumire novos planetas, ac si quatuor ibi latuerint hactenus Planetae, quid igitur impedire, quin credamus, innumerabiles porro alios ibidem, hoc initio facto, detectum iri? adeoque, vel mundum hunc ipsum infinitum, ut Melisso et Philosophiae Magneticae auctori, Guil. Gilberto Anglo, placuit, vel ut Democrito et Leucippo et, ex recentioribus, Bruno et Brutio, tuo, Galilaee, et meo amico, visum, infinitos alios mundos (vel, ut Brunus, terras) hujus nostri similes esse."

Für Kepler aber hätte dieser Gedanke das Aufgeben seiner an dem einen Sonnensystem und der dasselbe umgebenden Fixsternsphäre festhaltenden Anschauung zur Folge haben müssen.

„Primum exulto, me tuis laboribus nonnihil recreari. Si circa unam fixarum discursitantes invenisses Planetas, jam erant mihi, apud Bruni innumerabilitates, parata vincula et carcer, imo potius exilium in illo infinito. Itaque magno in praesens me liberasti metu, quem ad primam libri tui famam ex opponentis mei triumpho conceperam, quod quatuor istas Planetas non circa unam fixarum, sed circa sidus Iovis ais discurrere."

Und, indem er einen Unterschied zwischen dem Verhalten der Fixsterne und der Planeten konstruiert, fährt er fort:

„. . . tu hanc Brutii nostri ex Bruno mutuatam doctrinam emendas, partim et dubiam reddis. Putabant illi, circumiri etiam alia corpora suis Lunis, ut Tellus nostra sua. Verum illos in genere dixisse demonstras; at putabant fixas stellas esse, quae sic circumirentur; . . ."

„Hanc rationem infirmam esse, tua detegunt experimenta. Primum esto, ut fixa quaelibet Sol sit, nullae illas Lunae hucusque circumcursitare visae sunt: hoc igitur in incerto manebit, quoad aliquis subtilitate observandi mira

---

[1]) In der Verteidigungsschrift, die der Schotte Johannes Wodderborn gegen die Angriffe von Horky auf den Nuncius sidereus verfaßt hat [„Quatuor problematum quae Martinus Horky contra Nuntium Sidereum de quatuor planetis novis disputanda proposuit, Confutatio per Johannem Wodderbornium, Scotobritannum. Patavii, 1610"], werden die Anschauungen Giordano Bruno's und E. Bruces drastisch als „Brutii et Bruni aniles fabulae" bezeichnet und erledigt. Vgl. Le opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. III. 1, pag. 162.

instructus, et hoc detexerit, quod quidem hic successus tuus, judicio quorundam, nobis minatur. Iupiter contra planetarum est unus, quos Brunus Tellures esse dicit, et ecce quatuor alias circa illum Planetas: at hoc Telluribus non vindicabat Bruni ratio, sed Solibus."

So hält Kepler an seiner im Mysterium cosmographicum dargelegten Anschauung, die er auch in der Dissertatio durch weitere philosophisch-theologische Betrachtungen zu stützen sucht, fest:

„Geometria una et aeterna est, in mente Dei refulgens, cujus consortium hominibus tributum inter causas est, cur homo sit imago Dei. In geometria vero figurarum a globo perfectissimum est genus, corpora quinque Euclidea. Ad horum vero normam et archetypum distributus est hic noster mundus planetarius."

Vergleicht man mit diesen in der „Dissertatio cum nuncio sidereo" entwickelten Anschauungen Keplers, mit seinen Spekulationen im „Mysterium cosmographicum" und den viel späteren der „Harmonice mundi" die Schriften Galileis über das Kopernikanische Weltsystem, die mit dem „Nuncius sidereus" als einem Vorläufer einsetzen und im „Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo" ihren Höhepunkt erreichen, so tritt der prinzipielle Unterschied ihrer Denkweise hervor[1]): Bei Kepler die Versenkung in eine von religiöser Grundauffassung ausgehende, in kühner Intuition aufgebaute und in reicher Phantasie ausgestaltete Konzeption einer Weltordnung, die den Grundgedanken des Schöpfers nachzugehen vermeint; bei Galilei die bewußte Befreiung von jeder a priori aus einem philosophischen System konstruierten Auffassung der Naturerscheinungen, die allein auf der Grundlage der Beobachtung zu verstehen sind. Während aber Kepler, ursprünglich geführt von einer aus dem Studium des Ptolemäus und der Pythagoräer entnommenen Zahlenmystik zu der genauen rechnerischen Darlegung der Planetenbahnen auf Grund der Tychonischen Beobachtungen fortschreitet und sie durch die Aufstellung der Gesetze der Planetenbewegung abschließt, beschränkt sich Galilei auf die auf mannigfaltige physikalische und qualitative astronomische Beobachtungen gestützte Beweisführung für die Gültigkeit des kopernikanischen

---

[1]) Wir gehen auf die hier berührten, viel erörterten Fragen nur insoweit ein, als es für die im Folgenden zu ziehenden Schlüsse notwendig ist. Doch sei auf die ausführlichen Darlegungen in den Werken von E. F. Apelt „Johann Keplers Astronomische Weltansicht", Leipzig, 1849; „Die Epochen der Geschichte der Menschheit", Jena, 1846/47; und „Die Reformation der Sternkunde", Jena, 1852 verwiesen; ferner auf C. G. Reuschle „Kepler und die Astronomie", Frankfurt, 1871 (eine Ausführung der 1841 im Herbstprogramm des Stuttgarter Gymnasiums und 1848 in zwei Aufsätzen in Noaks Jahrbüchern für Wissenschaft und Leben veröffentlichten Aufsätze); endlich auf die Einleitung zu der deutschen Übersetzung des „Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo" von E. Strauß, Leipzig, 1891.

Systemes als Ganzen, die er in meisterhafter Darstellung dem weitesten Publikum zugänglich macht, ohne auf eine genauere Darlegung der Planetenbewegung selbst einzugehen.

Dadurch wird erklärt, wenn auch nicht gerechtfertigt, daß Galilei der eigentlichen Leistungen Keplers nirgends gedenkt und, wenn auch mit hoher Achtung, doch nur bei nebensächlichen Fragen auf ihn hinweist. Die bekannte Bemerkung am Schlusse des Dialogo[1]): „Come poi ciascun pianeta si governi nel suo rivolgimento particolare e come stia precisamente la struttura dell' orbe suo, che è quella che vulgarmente si chiama la sua teorica, non possiamo noi per ancora indubitatamente risolvere: testimonio ce ne sia Marte, che tanto travaglia i moderni astronomi" ... macht es sogar wahrscheinlich, daß Galilei das Marswerk niemals genauer eingesehen hat.

Die bezeichnete Verschiedenheit der Grundanschauungen aber, die auch in der bekannten Kritik Galileis vom Jahre 1634[2]) „... io ho stimato sempre il Keplero per ingegno libero (e forse troppo) e sottile, ma che il mio filosofare è diversissimo dal suo ..." ihren Ausdruck findet, führt m. E. auch zur Entscheidung der Frage, mit der wir uns hier noch zu beschäftigen haben:

Ist der von E. Bruce gegen Galilei in den Briefen vom 15. August 1602 und 21. August 1603, erhobene Vorwurf, „Galilei trage Keplers Entdeckungen als seine eigenen vor", begründet oder nicht?

A. Favaro hat sich im ersten Bande seines Werkes über Galilei und die Universität Padua[3]) mit dieser Frage beschäftigt und kommt zu dem Schlusse „che Galileo durante la sua dimora a Padova, nel suo insegnamento ordinario, così pubblico come privato, e trattando così delle Sfera come dell' Almagesto come infine delle teoriche dei pianeti, non si scostò affatto dalle opinioni tolemaiche, per quanto fin d'allora fossero contrarie alle sue intime convinzioni."

Aber damit würde m. E. nicht die Möglichkeit entfallen, daß Galilei im engeren Kreise vertrauter Freunde und Schüler bei Besprechung der kopernikanischen Lehre die Keplerschen Gedanken für die seinigen ausgegeben hätte.

Es ist bekannt, daß Galilei, wenn er auch Zeit seines Aufenthaltes in Padua es ängstlich vermied, sich öffentlich zur Anschauung des Kopernikus zu bekennen und wenn er auch bis zum Jahre 1610 nichts über das kopernikanische System veröffentlicht hat, doch schon damals ein überzeugter An-

---

[1]) Le Opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. VII, pag. 480.

[2]) Brief vom 19. Nov. 1634 aus Arcetri an Fulgenzio Micanzio in Venedig. Le Opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. XVI. pag. 163.

[3]) A. Favaro „Galileo Galilei e lo studio di Padova", vol. 1, cap. 5, pag. 155 u. ff.

hänger der neuen Lehre war und weiter, daß er lange vor dem Jahre 1597 („multis annis abhinc") damit beschäftigt war, Beweise philosophischer und physikalischer Natur — in denen er sich allmählich von der aristotelischen Schlußweise befreite — für das neue System zu erbringen. Beleg dafür ist der berühmte Brief Galileis an Jacopo Mazzoni vom 3. Mai 1597[1]) und der für unsere Frage besonders interessante Brief vom 4. August 1597 an Kepler[2]), in welchem er seinem Dank für die Übersendung des Mysterium cosmographicum Ausdruck gibt:

„. . . Ex libro nil adhuc vidi nisi praefationem, ex qua tamen quantulumcunque tuam percepi intentionem: et profecto summopere gratulor, tantum me in indaganda veritate socium habere, adeoque ipsius veritatis amicum. Miserabile enim est, adeo raros esse veritatis studiosos, et qui non perversam philosophandi rationem prosequantur. At quia non deplorandi nostri seculi miserias hic locus est, sed tecum congratulandi de pulcherrimis in veritatis confirmationem inventis, ideo hoc tantum addam, et policebor, me aequo animo librum tuum perlecturum esse, cum certus sim, me pulcherrima in ipso esse reperturum. Id autem adeo libentius faciam, quod in Copernici sententiam multis abhinc annis venerim, ac ex tali positione multorum etiam naturalium effectuum causae sint a me adinventae, quae dubio procul per communem hypothesin inexplicabiles sunt. Multas conscripsi et rationes et argumentorum in contrarium eversiones, quas tamen in lucem hucusque proferre non sum ausus, fortuna ipsius Copernici praeceptoris nostri, perterritus: qui, licet sibi apud aliquos immortalem famam paraverit, apud infinitos tamen (tantus enim est stultorum numerus) ridendus et explodendus prodiit. Auderem profecto meas cogitationes promere, si plures, qualis tu es, extarent; at cum non sint, hujusmodi negotio supersedebo. . . ."

Trotz dieser Zurückhaltung vor der Öffentlichkeit ist es aber wohl zweifellos, daß Galilei sich im Verkehr mit seinen vertrauten Schülern und Freunden über die Kopernikanische Lehre ausgesprochen hat, an deren Begründung er ständig arbeitete und die schon damals alle wissenschaftlich interessierten Kreise beschäftigte.

A. Favaro schildert in seinem eben genannten Werke den Verkehr der gelehrten Kreise Paduas im Hause Gianvincenzio Pinellis[3]) und weist darauf hin, daß — wie eine zufällige Angabe in Gualdos Vita del Pinelli (siehe dort

---

[1]) Le Opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. II, pag. 193—202.

[2]) Hanschius, Kepleri Epist., pag. 91, Opera omn. Bd. I, S. 40. Opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. X, pag. 67.

[3]) A. Favaro „Galileo Galilei e lo studio di Padova", vol 2, cap. 19.

pag. 29) zeigt — in der Bibliothek des Hauses jener Brief von Galilei an J. Mazzoni in Abschrift vorhanden war. Dort hat auch Bruce verkehrt, war Magini vorübergehend zu Gast[1]; dort mag von den Weltsystemen, von Galileis, von Brunos, von Keplers Anschauungen gehandelt worden sein. Aber der Denk- und Schlußweise Galileis lagen die Erörterungen Keplers im Mysterium cosmographicum, das Galilei damals in Händen hatte, so völlig fern, daß es ausgeschlossen scheint, daß er sie in ihrer mystischen Einkleidung, in ihrer Verbindung mit den auf die griechischen Vorstellungen zurückgehenden geometrischen und harmonischen Betrachtungen als eigene Auffassung ausgegeben hätte. Es ist, wie schon sein Brief ersehen läßt, anzunehmen, daß er Keplers Schrift (wie auch dessen spätere, fundamentale Arbeiten) nur in soweit gewürdigt hat, als er aus ihnen Kepler als gleichgesinnten Anhänger des Kopernikus erkannte.

Die Verdächtigung von Bruce ist vielmehr, soweit sie nicht lediglich auf einer übel angebrachten Geschäftigkeit Kepler gegenüber beruhte, zurückzuführen — wie auch A. Favaro hervorhebt[2] — auf die Eifersucht der schon damals auftretenden Gegner Galileis, vor allem Maginis in Bologna, der den wachsenden Ruhm seines ehemaligen Rivalen um die Professur in Bologna mit Neid verfolgte.

Wir aber erfreuen uns, wie an jener Antwort, die Kepler auf den oben erwähnten Brief Galileis vom 4. August 1597 gegeben[3],

„Confide, Galilaee, et progredere. Si bene conjecto, pauci de praecipuis Europae mathematicis a nobis secedere volent: tanta vis est veritatis. Si tibi Italia minus est idonea ad publicationem, et si aliqua habiturus es impedimenta, forsan Germania nobis hanc libertatem concedet."

so auch an der neuen, in dem wieder aufgefundenen Brief an Bruce, worin er den „Verkünder seines Ruhmes in Italien" zur Zurückhaltung ermahnt und sich über die gegen Galilei ausgesprochene Verdächtigung erhebt mit den Worten:

„Audiant haec et alia Dei Mysteria Garamantes et Indi; praedicent vel hostes mei, pereat interim et nomen meum: tantum ut Deo et Patri mentium suum inde nomen crescat."

---

[1]) Vgl. unten den zweiten Brief von Bruce an Kepler.

[2]) Man vergleiche außer den Ausführungen Favaros in den beiden Bänden des ebengenannten Werkes noch A. Favaro „Carteggio inedito di Ticone Brahe, Giovanni Keplero ... con Giovanni Antonio Magini". Bologna, 1886, cap. 4.

[3]) Kepleri Opera omnia, Bd. I, S. 41. Le Opere di G. Galilei. Ed. Naz. vol. X, pag. 70.

# Briefwechsel Keplers mit Edmund Bruce.

## I. E. Bruce an J. Kepler. Florenz, 15. August 1602.

Kais. Hofbibliothek in Wien. Handschriftenabteilung. Cod. 10702.

Eigenhändiges Schreiben.

Veröffentlicht: Bei Hanschius, Epist. No. 131, p. 200. — Opera omn. Bd. II, S. 568; Bd. VIII, S. 756.

Spero, mi Excellentissime Keplere, te meas accepisse literas Patavii datas: nunc tibi has a Florentia mitto, quibus te certum facio, quod mea sors fuit cum Magino concurrere in eodem curru a Patavio usque ad Bononiam, in cujus domo amice acceptus per diem noctemque mansi, quo temporis curriculo honorifice de te locuti sumus. Prodromum tuum ei ostendi, dixique, te summopere admirari, eum nunquam tuis literis respondisse: ast ipse mihi juravit, se nunquam antea tuum Prodromum vidisse; sed ejus adventum quotidie diligenter expectasse, mihique fideliter promisit, se suas ad te literas brevi mittere velle, teque non solum amare sed etiam pro tuis inventis admirari, confessus est. Galilaeus autem mihi dixit, se ad te scripsisse, tuumque librum accepisse: quae tamen Magino negavit, eumque, te nimis leniter laudando, vituperavi. Nam hoc pro certo scio, se tua et sua inventa (suis auditoribus et aliis) promsisse. Sed ita feci, et faciam, ut ea omnia non ad suum, sed ad tuum honorem magis redundent. Interim cura diligenter, ut me ames, nam ego te valde amo. Facque, ut tuae literae ad me veniant saepius, si eas ad D. Davidem Hoeschelium Augustae mittas: per quem has tibi mitto, ad me tunc sine periculo venient.

Sic Vale. Florentiae 15. August 1602.

Excellentissimo
D. D. Ioanni Keplero
Mathematico M. C.
Pragae.

## II. E. Bruce an J. Kepler. Padua, 21. August 1603.

Kais. Hofbibliothek in Wien. Handschriftenabteilung. Cod. 10702.

Eigenhändiges Schreiben.

Veröffentlicht: Bei Hanschius, Epist. No. 132, pag. 200. — Opera omn. Bd. II, S. 568; Bd. VIII, S. 756.

Quanta mihi hodierno die laetitia accedebat, mi honoratissime Keplere, non est hic neque narrandi neque scribendi locus; in eo quod quibusdam literis ex Germania acceptis compertum habeo, et te vivere et salvum esse. Nam jam per annum te pro mortuo habui:

et literae meae ad te missae rursus mihi redditae: teque neque Pragae neque usquam inter homines vivos reperiri. Ergo te obtestor rogoque ut me certum facias de tua valetudine, tuasque literas Augustae mittas ad illustrissimum virum D. Marcum Velserum meum amicissimum, ut eas ad me mittat. Nam si semel tuas literas accipere possim; statim ad te mandarem quaedam inventa corpuscula naturaliter perfecta: etiam forsan egomet ipse ad te volarem antequam ad meam patriam revertere. Nam nullus est in toto hoc mundo, cum quo libentius conloquar: nam si ipse scires quantum et quoties inter omnes literatos totius Italiae, de te loquutus sim, diceres, me non solum tui amatorem sed amicum fore. Dixi illis de tua admirabili inventione in arte musica, de observationibus Martis, tuumque Prodromum multis monstravi, quem omnes laudant; reliquosque tuos libros avide expectant. Maginus ultra septimanam hic fuit, tuumque Prodromum a quodam nobili Veneto pro dono nuperrime accepit: Galilaeus tuum librum habet, tuaque inventa tanquam sua suis auditoribus proponit; multa alia tibi scriberem, si mihi tempus daretur; nihilominus te iterum oro obtestorque, ut quam celerrime ad me scribas; interimque Vale. Raptim. Patavii, 21. Aug. 1603.

### III. J. Kepler an E. Bruce. 4. September [1603].

Britisches Museum in London. Bibliotheca Lansdowniana. Band 89, No. 15.

Eigenhändiges Scheiben.

S. P.

Binas abs te literas accepi, amantissime Bruti, alteras Florentiae datas 15 Augusti 1602, alteras post annum integrum 21. Augusti, 1603 anni. Priores sero admodum sunt redditae. Cum igitur non possem sperare, te Florentiae adhuc esse, respondere primum distuli, post penitus oblitus sum. Dabis hoc occupationibus seriorum studiorum, et curis domesticis, quae fide tua majores sunt. Gratulor mihi non injuria de amicissimo famae meae praecone per Italiam: at est, quod moneam; tantum de me et sentias ipse, et alios sentire velis; ut tamen et aequare factis opinionem hominum possim. Nec enim ignoras ex frustrata existimatione contemptum tandem existere. Galilaeum nihil moror, mea sibi vindicare: Mihi testes sunt lux ipsa et tempus: quos qui testes audiunt, audiunt autem eruditi et cordati, nunquam decipi se patiuntur. Vulgus in parte jacturae esse, jactura vilis est: illi praesertim, cui veritas deique conditoris gloria potius, quam sua fama proposita est. Audiant haec et alia dei Mysteria Garamantes et Indi; praedicent vel hostes mei, pereat interim et nomen meum: tantum ut Deo et Patri mentium suum inde nomen crescat.

Quaeris ex me de fortuna mea. Vivo equidem humanissime Bruti et spero: hoc est difficultatibus aulicis circumvenior, in quibus spes anchora est, Fortuna portus, imo vero votus. Invitis tamen remoris hoc anno enixus sum astronomiae partem Opticam seu ad Vitellionem paralipomena; opus pertinacissimis inquisitionibus exercitum, ut quodquam aliud. Cogito superaedificare libros 4, 5 et 6 ex Ptolemaei *μεγάλη συντάξει*; idque novis problematis, novo methodo; sed haec serius. De martis motibus jam integrum annum certus mihi videor esse. verba et demonstrationum solennia paulatim addo. Uxor jam quintum mensem agit Graetii Styriae; fieri potest, ut circa Michaelis festum ipsi adsim, ejus conducendae causa. Quod si tuum iter in Martinalia incideret, fortasse comitatu jungeremur. Sed qui tu hyeme Angliam tentes adire, non video.

Vale meque amare perge. Magino et Galilaeo salutem. Scripsi 4. Septembris, quo mane Mercurium a Venere $7^{0}$ gradus 18 minuta distare inveni in linea, quae ex Marte per Venerem ducebatur. Pragae, in nova civitate, ad templum Emaus. Has literas commendo Matthaeo Welsero, qui quaestor Imperii designatur, et jam hic agit.

Vale. T.

Officiosissimus

Ioannes Kepler
C. M. Mathematicus.

Nobilissimo viro
D. Edmundo Brutio
Anglo, amico meo,
Patavii nunc agenti
reddantur.
Padua.

## IV. E. Bruce an J. Kepler. Venedig, 5. November 1603.

Kais. Hofbibliothek in Wien. Handschriftenabteilung. Cod. 10702.

Eigenhändiges Schreiben.

Veröffentlicht: Bei Hanschius. Epist. No. 133, p. 201. — Opera omn. Bd. II, S. 568; Bd. III, S. 6; Bd. VIII, S. 756.

Per tuas quarto die Septembris Pragae scriptas, mi ornatissime Keplere, pro certo habeo, te vivere et bene valere: quod novum, quam jucundum mihi fuerit, nec verbis nec literis exprimere possum. Spero namque aliquando, relictis istis mundanis impedimentis, ad te cum corpore et anima propius accedere, tuoque divino consortio gaudere; simulque ipsa tua coelestia opera observare: hic namque ita sum aliorum negotiis et nugis implicitus, ut vix sim apud me. Ast spero, inter aliquos dies liber ero: tibique semper deditissimus, jube ergo si quid pro Domino in istis religionibus potero. Multas habeo in Astronomia dubitationes, in quibus tu unicus me certior facias. Nam ego opinor mundos esse infinitos[1]); unus quisque tamen mundus est finitus, sicut Planetarum, in cujus medio est centrum Solis; et quemadmodum tellus non quiescit, sic neque Sol; volvitur namque velocissime in suo loco circa axem suum; quem motum sequuntur reliqui Planetae; in quorum numero Tellurem existimo; sed est tardior unusquisque quo ab eo distat longior. Stellae etiam sic moventur ut Sol; sed non illius vi, sicut Planetae circumaguntur[2]); quoniam unaquaeque earum Sol est; in non minori mundo hoc nostro Planetarum. Elementarem mundum nobis proprium et particularem non puto: nam aër est et inter ipsa corpora, quae stellas vocamus; per consequens et ignis et aqua et terra: Terram autem, quam calcamus nostris pedibus, nec rotundam nec globosam esse credo; sed ad ovalem figuram propius accedere[3]). Nec Solis nec stellarum lumen ex materia, sed potius ex eorum motu procedere, et dimanare judico: Planetae vero a Sole suum lumen assumunt; quia tardius moventur, et propriis motibus impediuntur. Haec et quam plurima alia mihi videntur probabilia, sed nunc non est mihi vel tempus vel probandi locus; mihi sat erit, si tuam de his sententiam elicere possim. Interim, quaero, ignosce audaciae nostrae; et mitte has literas ad tuum vicinum et meum amicum, a quo responsum expecto: interim Vale.

Venetiis d. 5. Novembris 1603[4]).

---

[1]) Hoc praeambulum obstitit mihi, quo minus essem attentus ad sequentia. [Kepler.]

[2]) Haec quidem semper tenui, sed modum non semper. [Kepler.]

[3]) Non plane contemnendum. [Kepler.]

[4]) Keplerus 5. April 1610. Quid potius mirer? Stuporemne meum, qui patefacta mihi Naturae penetralia his literis, cum illas accepissem, introspicere contempsi; adeoque oblivione sepelivi, ut ne postea quidem, cum Clavem eandem ad haec penetralia quaererem, et invenissem, literarum harum fuerim recordatus. An potius mirer vim Veritatis, qua duobus sese non una via aperuit? an naturae ingenium, quae quod Brutio dedit occulto instinctu a priori, mihi methodo et numeris et oculis eruendum concepit. His literis apparet compendium quoddam meae Physicae coelestis in Marte proditae. [Kepler.]

## Anmerkungen und literarische Notizen.

No. 1. Brief I, Zeile 8, 9.

Es handelt sich offenbar um den auf Seite 8 erwähnten Brief Galileis an Kepler vom 4. August 1597.

No. 2. Brief II, Zeile 14, 15.

Nicht im Einklang mit dieser Angabe von Bruce steht es, wenn Maginus in einem vom 15. Januar 1610 aus Bologna datierten Brief an Kepler[1]) gelegentlich der Einsichtnahme in dessen Marswerk schreibt:

„Cosmographicum mysterium Dominationis Vestrae longo temporis spatio interjecto a me summa cum diligentia quaesitum, nunquam consequi potui, nisi paucis abhinc mensibus, idque a nobili Germano, qui ad nos Bononiam venit, eundemque librum secum attulit, pro quo munere illi „Primum Mobile“ meum gratitudinis ergo obtuli. Et quia in itinere duo priora folia cum titulo et dedicatione corrosa sunt, rogo Vestram Dominationem, ut eadem at me mittat simul cum tabulis magnis, quae in eodem desiderantur (nulla enim alia extat, quam tertia tabula, orbium planetarum dimensionem et distantias exhibens): hoc enim erit mihi quam gratissimum, pro quo certe mea officia promptissima et paratissima prolixe quovis tempore defero ac polliceor.“

Kepler antwortet darauf unter Zusendung der fehlenden Stücke:
„mitto defectus Mysterii petitos, paratus totum mittere; sed quia habes reliqua, postae parcendum duxi.“

Im Brief vom 23. Februar 1610 zeigt Maginus den Empfang der Sendung an.

No. 3. Brief III, Zeile 18, 19.

Über die bekannten Zahlungsschwierigkeiten, die Kepler am kaiserlichen Hof gemacht wurden und die mit der ihm auferlegten Verpflichtung zur Herausgabe der Observationes Tychonis Brahe verknüpft sind, sehe man Opera omnia Bd. III, S. 9 u. ff., sowie Bd. VIII, Seite 746 u. ff. Vgl. auch die in der folgenden Anmerkung No. 5 zitierten Stelle im Briefe an Longomontanus.

No. 4. Brief III, Zeile 19, 20.

Die „Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur“ sind 1604 in Frankfurt erschienen, die Widmung an Kaiser Rudolph II. am 1. August 1604 datiert.

---

[1]) Siehe A. Favaro „Carteggio inedito di T. Brahe, G. Keplero . . . con G. A. Magini“. Bologna 1886, Seite 327 u. ff.

No. 5. Brief III, Zeile 20—23.

In ähnlichem Sinn schreibt Kepler am 5. Juli 1603 an den bayerischen Kanzler Herwart von Hohenburg[1]):

„In meis Opticis tandem Deo gratia ad finem perveni, quatenus titulus patet Astronomiae pars Optica. Quae additurus sum, usum in exquirenda vera motuum Lunarium hypothesi patefacient. Illa vero sunt pars magna astronomiae geometricae, nempe lib. IV, V, VI Operis Magni Ptolemaei. Iam et de occasionibus edendi et de extorquendo salario meo cogito inque his sum occupatus. In theoria Martis cetera sunt expedita, verba adhuc desunt."

Ebenso an den Pastor David Fabricius am 4. Juli 1603[2]):

„Optica, quatenus optica absolvi; restat ut de usu dicam, id est ut IV. V. VI. Ptolemaei libros pene totos novis problematis exprimam."

In dem Schlußwort zur „Astronomiae pars optica"[3]) charakterisiert Kepler genauer die beabsichtigte Fortsetzung des Werkes, die von den drei, die Mondbewegung behandelnden Büchern IV—VI der *Μαθηματικη (μεγάλη) Σύνταξις* des Ptolemäus ausgehen sollte.

„Ceterum si Deus vitam viresque mihi prorogarit, libello altero, quem sive secundam hujus Operis partem sive appendicem dixeris, usum harum observationum patefaciam; tresque jam nominatos libros Ptolemaei novis ingeniosis et jucundissimis problematis secundorum mobilium passim interpolabo; doceboque brevius et compendiosius observationibusque paucioribus et facile comparabilibus eadem investigare, quae Ptolemaeus investigavit. Id tanto magis videtur necessarium, quod Tychonis Brahe Lunaria sine demonstrationum apparatu prodierunt, libri Progymnasmatum forma, ut in ejus appendice monitum, rem omnem nonnisi intra paucas paginas admittente. Et quia potissimus libelli scopus erit, investigare magnitudines et intervalla trium corporum, Solis, Lunae et Terrae, eandem vero materiam Hipparchus, ut ex Theone patet, peculiari libello, cui hic ipse titulus, est persecutus: quod igitur felix faustumque sit, libello nomen Hipparchus esto."

Die hier angezeigte Fortsetzung seiner Astronomie hat Kepler trotz unablässiger, immer wieder aufgenommener Arbeit daran nicht abgeschlossen. Die wichtigsten Teile derselben sind druckfertig hinterlassen in einem von Kepler selbst zusammengestellten und mit einem Inhaltsverzeichnis versehenen Faszikel, das den I. Band der in Pulkowa aufbewahrten Keplermanuskripte bildet. Weitere Beiträge dazu enthält der II. und der XV. Band dieser Manuskripte.

Hanschius hatte die Herausgabe des Hipparchus beabsichtigt und darüber einen Brief, datiert Leipzig 3. Dezember 1708 veröffentlicht (Acta eruditorum, 1709, pag. 141—143 und Kepleri Opera omnia, Bd. III, S. 516, 517). Zur Ausführung kam es nicht, doch finden sich die Spuren der Vorbereitung in den verschiedenen Abschnitten des Manuskriptes. Erst Frisch hat den wesentlichsten Teil der Beiträge zum Hipparch im III. Band der Opera omnia herausgegeben. Wir fügen hier das volle, von Kepler selbst geschriebene Titelblatt ein, da es in der Gesamtausgabe nur unvollständig wiedergegeben ist.

---

1) Kepleri Opera omnia, Bd. II, S. 79.

2) Ebenda, Bd. II, S. 95.
3) Ebenda, Bd. II, S. 398.

Die zweite Seite des I. Bandes der Pulkowa-Manuskripte lautet:

„Restitutionum Lunarium adversaria.
Demonstrationes pulcherrimae multae et affectus. liber cui nomen feci
Hipparchus
seu de magnitudinibus et intervallis trium corporum, Solis Lunae et Telluris.

Ubi plus fere admirationis meretur ingenium humanum, ad cognitionem operum Dei viam moliens, quam Opera ipsa Naturae per se bruta.

Haec Pragae inchoata a multis annis, sic etiam exhibita Imp. Matthiae, petentibus Consiliariis.

Lincii vero magna parte continuata praesertim ultimo anno 1616."

Darunter steht, von Hanschius eingetragen:

„Nihil vidit mundus in hoc genere perfectius Hipparcho Kepleri. Sed ex inspectione patet, librum hunc qua parte ab autore perfici non potuit, diligentem desiderare ordinatorem, judicio in rebus astronomicis quam maxime praeditum. Illud vero populare divinae providentiae neminem esse qui non in Keplerianis scriptis tam editis quam ineditis sufficientia adminicula ad perficiendas summi hujus Astronomi meditationes posteritati superesse voluerit. M. G. H.

Horroccius: Keplerus solus diagrammati Hipparchi perfectam intelligentiam habuit."

No. 6. Brief III, Zeile 23.

„De martis motibus jam integrum annum certus mihi esse videor."

Kepler war um diese Zeit noch nicht im Besitze des Satzes von der elliptischen Bahn der Planeten. Zu Anfang des Jahres 1605 schreibt er an Severinus Longomontanus in einem Brief[1]), der auch die vorausgehenden Stellen des gegenwärtigen ergänzt:

„Sed regrediendum ad initia anni 1602. Ibi tu noli rationem temporis exigere. Crede mihi, quod duos integros menses stando consumpserim in equestri palatio. Nam mortuo Tychone b. m. 24. Octob. Barvitius 26. Octob. mihi ultro salarium Caesareum annunciavit; id ut confirmaretur, petendum erat. Donec tandem 9. Martii primam accepi pecuniam. Paulo post migravi in Emmauntem, horae unius itinere cursitans quotidie in aulam. Ibi tum coepi observare, et ad Martem redire, invenique viam ejus esse non perfectum eccentricum sed ovalem."

Es mag hier an die weiteren Stadien der Entwickelung des Satzes von der elliptischen Bahn erinnert werden, die Kepler im Briefwechsel mit David Fabricius ausführlich darlegt[2]). Er schreibt am 4. Juli 1603:

„Ad compendiosam vero solummodo calculationem genuinae hypotheseos et cujuslibet loci eccentrici seorsim sine diductione per minima usque in apogaeum aliquid mihi deest: scientia geometricae generationis viae ovalis seu facialis (μετωποειδοῦς), ejusque plani sectionis in data ratione. Si figura esset perfecta ellipsis, jam Archimedes et Apollonius satisfecissent."

---

[1]) Hanschius, Kepleri Epist. pag. 172; Opera omn. Bd. III, S. 35.

[2]) Zuerst herausgegeben in E. F. Apelts „Reformation der Sternkunde" Jena, 1852, dann erneut von Chr. Frisch in den Gesamtwerken. Die zitierten Stellen finden sich dort Band III, S. 77; S. 96 und S. 100.

Am 18. Dezember 1604 bei genauerer Darlegung der Bahnberechnung:

„Omnino quasi via Martis esset perfecta ellipsis. Sed nihildum circa hanc exploravi.“ und endlich am 11. Oktober 1605:

„Iam igitur hoc habeo, Fabrici: viam planetae verissimam esse ellipsin (quam Durerus itidem ovalem dixit) aut certe insensibili aliquo ab ellipsi differentem.“

No. 7. Brief III, Zeile 24—26.

Der Aufenthalt von Keplers Gattin in ihrer Vaterstadt Graz war durch die nach dem Tode ihres Vaters zu regelnde Erbschaft veranlaßt. Kepler kam in der Folge selbst nach Graz, wo durch Empfehlung Herwarts von Hohenburg die Angelegenheit zufriedenstellend erledigt wurde. Näheres enthält der Briefwechsel Keplers mit Herwart. Vgl. Opera omn. Bd. I, S. 654 ff. und Bd. VIII, S. 751 ff.

No. 8. Brief III, Zeile 32.

Kepler wohnte in der ersten Zeit seines Prager Aufenthaltes in dem Tycho Brahe vom Kaiser überlassenen Curtiusschen Haus auf dem Hradschin, am Lauretaplatz, auf der Stelle des späteren Czernischen Palais (jetzt Franz Joseph-Kaserne) gelegen. Im März 1602 bezog er ein gegenüber dem (durch seine Fresken berühmten) Benediktinerkloster Emaus am Viehmarkt in der Neustadt gelegenes Haus. „Baptisata (filia Susanna) in aedibus a me conductis in novae urbis foro boarico e regione Emauntis“ schreibt Kepler in den revolutiones anni 1602. Ich finde den Viehmarkt in einem interessanten Plan aus dem Jahre 1749 noch eingetragen. Die Entfernung zur Burg auf dem Hradschin beträgt etwa $3^1/_2$ Kilometer. Im Jahre 1604 siedelte Kepler in das von König Wenzel 1399 gestiftete Collegium regium Wenceslai, („bey der Metzg“) in der Altstadt gelegen, über.

No. 9, Brief III, Zeile 32.

Matthias Welser (1553—1633) ist ein älterer Bruder des im vorausgehenden Briefe von E. Bruce (Seite 10) erwähnten, berühmten Stadtpflegers von Augsburg Marcus Welser (1558—1614), des Freundes von Galilei. Er war Mitleiter des Augsburger Hauses der Welser, Senator der Stadt und (1603) „Consiliarius“ Kaiser Rudolphs II. und „Aerarius Imperii (Reichspfenningmeister)“. Als solcher hat er wohl vorübergehend in Prag gelebt. Siehe die in voriger Anmerkung erwähnte Korrespondenz Keplers mit Herwart von Hohenburg, Opera omn. Bd. I, S. 655.

Über die weiteren Schicksale Matthias Welsers nach dem 1614 erfolgten Sturze des Hauses und sonstige Biographica vergleiche etwa Christ. Arnoldus „Viri illustris Marci Velseri vita, genus et mors“, Nürnberg, 1682 und C. A. Veith „Bibliotheca Augustana“, Augsburg, 1785, vol. II.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 3. Abhandlung

# Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens

## II. Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman)

### 3. Das Original des Theropoden Spinosaurus aegyptiacus nov. gen., nov. spec.

von

**Ernst Stromer**

Mit 2 Doppeltafeln

Vorgelegt am 6. November 1915

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

## 3. Das Original des Theropoden Spinosaurus aegyptiacus
nov. gen., nov. spec.

Drei km nördlich des Gebel el Dist, also in der Ebene am Grunde des Baharîje-Kessels und in der tiefsten Schicht 7 p (Stromer 1914, p. 28 und 29 Anm. 1) grub der Sammler Markgraf im Herbste 1912 aus einem Hügelchen unter einer Decke von 30 cm eisenschüssigem Sandstein und 1 m hartem Ton aus weißlichgrauem bis gelblichem, tonigem, gipsfreiem Sandstein eine Anzahl dicht beisammenliegender Reste eines großen Theropoden aus, nämlich die beiden Unterkieferäste ohne Hinterenden mit wenigen Zähnen in situ, ein ? linkes Angulare, ein Stückchen des linken Oberkiefers, über ein Dutzend einzelne Zähne oder Zahnkronen, zwei Hals-, sieben Rumpf-, zweieinhalb Sakral- und einen vorderen Schwanzwirbel, mehrere unvollständige Brustrippen und seitliche Bauchrippen.

All diese Reste von bräunlicher bis grauer Farbe ließen sich gut herauspräparieren, bei dem Auslaugen zerfielen aber manche in viele Stückchen, die mühsam wieder zusammengeklebt werden mußten, und leider waren manche Bruchstücke verloren gegangen. Schon im Gestein war vieles durch Verdrückung verunstaltet und zerbrochen, auch lagen die Reste wirr durcheinander. Der Schädel scheint vorhanden, aber infolge oberflächlicher Lage fast gänzlich verwittert gewesen zu sein, denn gerade das Oberkieferstück zeigt die unverkennbaren Merkmale der Verwitterung eines an der Oberfläche gefundenen Knochens und auch die von sehr vielen Rissen durchzogenen Hinterenden der beiden Unterkieferäste sowie die besonders vorn etwas verwitterten zwei Halswirbel deuten auf ganz oberflächliche Lage.

Von Gürtel- und Extremitätenknochen fand sich gar nichts, es dürfte also das Skelett doch in unvollständigem Zustande eingebettet worden sein. Jedenfalls waren die Weichteile zerstört und damit der Zusammenhang der einzelnen Knochen gelöst, manche Zähne, deren Befestigung zum Teil infolge nachschiebender Ersatzzähne gelockert war, fielen dabei mit ihrer Wurzel aus und alles wurde wirr durcheinander geworfen, sei es durch Raubtiere oder durch strömendes Wasser. Ein weiterer Transport der Reste, die keine Spur von Abrollung zeigen und bei welchen oft sehr dünne und zarte Knochenteile tadellos erhalten waren, fand aber sicherlich nicht statt. Im Gestein haben dann die Reste durch Druck gelitten, der wohl eher durch Verschiebungen infolge von Auslaugen von Gips und Salz als durch tektonische Vorgänge erzeugt wurde.

Nach ihrer Lage und Erhaltung gehören die Reste einem Individuum an, nur bei den Sakral- und Schwanzwirbeln machen die Größenverhältnisse dieser Ansicht Schwierigkeiten, wie bei der Beschreibung dieser Teile noch zu erörtern ist. Jedenfalls genügen die Kiefer, Zähne und Rückenwirbel, um die Form, die ich im folgenden genau beschreibe, gegenüber allen bisher bekannten Dinosauriern ausreichend als neu zu charakterisieren.

### a) Unterkiefer.

Taf. I, Fig. 6, 12a, b und ? 3a, b.

Nur das Dentale und Spleniale beider Unterkieferäste in einer Länge bis über 75 cm ist im natürlichen Zusammenhange vorhanden und vielleicht noch ein isoliertes linkes Angulare. Das Symphysenende ist vollständig, der hintere Teil jedoch von sehr vielen Rissen durchzogen und an den Rändern zum Teil unvollständig. Am rechten Aste hat er anscheinend so ziemlich seine natürliche Form bewahrt, am linken aber ist er von außen etwas eingedrückt, da hier die Wand des Kieferkanales für den Meckelschen Knorpel sehr dünn ist. Am rechten Aste ist außen neben der 5. Alveole eine kleine pathologische Knochenverdickung vorhanden, wohl als Folge einer verheilten Verletzung. Die Knochennähte sind großenteils infolge der vielen Risse nicht sicher festzustellen. Die nur zum Teil in situ befindlichen Zähne endlich werden gesondert beschrieben.

Der scharfe und fast gerade Vorderrand des Unterkiefers fällt in einer Länge von 10 cm nach unten und ganz wenig nach hinten ab, der lange, rechts in einer Länge von 72 cm erhaltene Unterrand verläuft eine Strecke von etwa 15 cm gerade nach hinten, dann aber bildet er einen nach oben schwach konvexen Bogen, dessen höchster Punkt ungefähr unter der 13. Alveole liegt und dessen Hinterende, soweit erhalten, sich ganz allmählich nach unten krümmt. Der Rand ist im mittleren und größten Teile breit gerundet, ganz vorn und hinten aber schmaler, so daß er etwa 60 cm hinter dem Vorderende scharfkantig wird.

Der Oberrand ist links 66, rechts 62 cm lang erhalten. Er bildet bis zur 6. Alveole einen nach oben konvexen, von da bis zur 12. einen konkaven Bogen und dann steigt er, kaum nach oben konvex, deutlich nach hinten zu an. Infolgedessen ist der Unterkiefer vorn ziemlich hoch — bis zu 13,5 cm zwischen der 3. und 4. Alveole —, an der 7. Alveole aber nur noch 9 cm, an der 15. schon 15,5 und 10 cm dahinter sogar 19 cm, er ist also relativ lang und nieder und wird erst hinten allmählich hoch. Die Breite des Oberrandes beträgt zwischen der 3. und 4. Alveole 5 cm, an der 7. kaum 3,5 und an der 15. nur 2,5 cm, d. h. die Dicke des Kieferastes nimmt nach hinten zu allmählich ab, was nur zum Teil mit der verschiedenen Stärke der Zähne zusammenhängt. Den Alveolen innen entlang zieht eine erhöhte Kante, die bis zur 4. scharf ist, dann aber abgeplattet und zuletzt hoch konvex wird und die den alveolären Teil vorn um etwa 1 cm, dann kaum um 0,5 cm, in der Gegend der 12. Alveole aber um 1,5 cm überragt. Sie ist lateral direkt an den Alveolen mit einer Längsfurche versehen und bis zur 5. Alveole rauh, dann glatt und setzt sich, allmählich schmäler und zuletzt scharf werdend, bis zum erhaltenen hintersten Teile fort.

Die glatte Außenseite des Unterkiefers ist bis zur 6. Alveole flach, dann etwas gewölbt, besonders im unteren Drittel, hinter der 15. Alveole nur hier gewölbt, im oberen Teil wohl flach. Entlang und auch etwas hinter dem Vorderrande und entlang dem Oberrande bis zum 6. Zahne sind zahlreiche kleine Foramina vorhanden, dann bis unter die 15. Alveole in einer flachen Rinne, die 3—5 cm unter dem Rande sich hinzieht, noch weitere in meist größeren unregelmäßigen Abständen. Bei Dryptosaurus incrassatus Cope ist nach Lambe (1904, Taf. 3) die Verteilung dieser Foramina ganz ähnlich, aber sie sind auch im hinteren Teile unter dem Alveolarrande noch zahlreich, bei Tyrannosaurus dagegen sind sie nach Osborn (1912, Taf. 1) am Vorderrande nicht vorhanden.

Die Innenseite dürfte im ganzen ursprünglich fast ganz flach gewesen sein. Bis 3—4 cm hinter dem Vorderrand ist sie rauh, offenbar infolge einer nicht festen und sehr kurzen symphysealen Verbindung, dann völlig glatt. Eine Furche, die der sogenannten Meckelschen von Tyrannosaurus entsprechen würde (Osborn 1912, Fig. 18 und 20), ist sicher nicht vorhanden. Etwa 12 cm von vorn und 2,5 von unten scheint ein kleines Foramen sich vorzufinden, oberhalb von dem die Innenseite beiderseits etwas eingequetscht ist, die Innenwand des Kieferkanales ist hier also anscheinend besonders schwach. 41 cm von vorn und 1 cm ober dem konvexen Unterrand ist ein längsovales Fenster des Kanales für den Meckelschen Knorpel von 13,5 cm Länge und bis fast 6 cm Höhe vorhanden, dessen Mitte sich unter der Lücke zwischen der 14. und 15. Alveole befindet.

Hier sind auch die Knochengrenzen deutlich, die im Vergleich mit denjenigen von Tyrannosaurus (Osborn 1912, p. 22, Fig. 18) leicht verständlich sind. Wie dort bildet nämlich das Spleniale (= Operculare) am Unterrand des Fensters eine dolchförmige Spitze nach vorn bis zu dessen Mitte, dann verläuft der Unterrand dieses Knochens scharfrandig nach hinten ein wenig unten dem des Dentale parallel, zuletzt aber etwas nach oben bis mindestens 17 cm hinter das Fenster. Der am linken Unterkieferast gut erhaltene Hinterrand des Spleniale ist sehr scharf, dünn und schwach nach vorn konvex und steigt nach oben und mäßig nach vorn an zu einem etwa rechtwinkligen, gerundeten Obereck, das sich 14 cm hinter der 15. Alveole befindet. Von hier scheint der dünne Oberrand ziemlich gerade nach vorn und mäßig nach unten bis etwa 7 cm vor das Fenster zu verlaufen und von diesem Vorderende an der Unterrand wagrecht nach hinten bis zum Vorderrande des Fensters. Der Verlauf dieser letzten Grenzen ist jedoch unsicher, da Längsbruchlinien damit zu verwechseln sind. Ein Supradentale scheint mir nicht vorhanden zu sein, wenn auch etwa in der Lage der Naht des von Osborn (1912, p. 24) bei Tyrannosaurus unterschiedenen Knochens, 2—3 cm unter dem Alveolarrand des Dentale am rechten und linken Ast ihm Bruchlinien parallel laufen. Für die Ausscheidung eines Praespleniale, wie es Lambe (1914, p. 11 und 15, Taf. 3 und 5) bei Dryptosaurus gefunden haben will, besteht hier kaum ein Anhaltspunkt.

Auf der Außenseite des Unterkiefers ist das untere Hinterende des großen langen Dentale zwar nicht erhalten, doch dürfte nach dem Vergleich mit Tyrannosaurus (Osborn 1912, Taf. 1) am rechten Ast sehr wenig abgebrochen sein, so daß es im ganzen etwas über 80 cm lang gewesen sein mag. Ein Teil des oberen Hinterrandes ist besonders am rechten Aste gut erhalten als gerader, dünner, aber gerundeter Rand, der von hinten nach vorn und mäßig nach oben auf die 15. Alveole zu zieht; 9 cm von ihr aber scheint er zackig nach oben zu verlaufen, um 6,5 cm hinter ihr den Kieferoberrand zu erreichen. Vom Supraangulare wäre demnach am rechten Unterkieferaste noch ein kleines Stückchen des Oberrandes erhalten. Falls letzteres richtig ist, so wäre der Oberrand des Dentale 60 cm lang und bei Voraussetzung gleicher Längenverhältnisse wie bei Tyrannosaurus der noch fehlende hintere Kieferteil noch über 60 cm, die Gesamtlänge des Unterkiefers also etwa 120 cm. Es ist jedoch zu bemerken, daß das Dentale von Tyrannosaurus relativ viel höher als bei der vorliegenden Form ist, also auch jenes Verhältnis anders gewesen sein kann. Jedenfalls scheint mir die Länge des Dentale und der am rechten Kieferaste noch erhaltene geringe seitliche Schwung seines Hinterteiles zu beweisen, daß die beiden Unter-

kieferäste von der kurzen Symphyse an wenig divergierten und daß sie einem Tiere mit langer und schmaler Schnauze angehörten.

Bemerkenswert ist, wie dünn und schwach die Hinterenden des Dentale und Spleniale sind. In dieser Region muß der Meckelsche Knorpel die hauptsächlichste Verbindung der in ihrem knöchernen Teile vorn so starken Vorderhälfte und der Hinterhälfte des Kiefers gebildet haben.

Nur mit größtem Vorbehalt kann ich einen unsymmetrisch gebauten, platten und gestreckten Knochen (Taf. I, Fig. 3a, b), der in seiner Erhaltung und nach seiner Fundstätte hieher gehört, als Bestandteil dieser Hinterhälfte, als vielleicht linkes Angulare anführen. Er ist, an den Enden unvollständig, mindestens 25 cm lang, an einem Ende etwas über 8, am anderen Bruchende 5 cm, in der Mitte aber kaum 4 cm hoch, hier am Unterrande bis 0,8 cm dick, am Oberrande und am höheren Ende ganz dünn, am anderen Ende unten 0,6, oben 0,2 cm dick. Der Oberrand ist dementsprechend scharf, speziell in der höheren Hälfte des Stückes, ebenso war es wohl auch der Rand an dessen Ende, an dem kaum viel abgebrochen ist, während sich nicht sagen läßt, wie viel am anderen Ende fehlt. Der Unterrand ist an letzterem gerundet und wird gegen das höhere Ende zu scharfkantig und ein wenig nach innen gebogen.

Das Stück ist in der Längsrichtung etwas nach außen gekrümmt und am hohen Ende auch ein wenig in der senkrechten Richtung, seine glatte Außenseite ist dementsprechend gewölbt, allerdings von der Mitte an bis zum niederen Ende im oberen Teile etwas konkav. Die Innenseite ist flach bis flach konkav und glatt; nur dem Unterrande entlang ziehen deutliche Furchen, die nahe am niederen Ende beginnen, bis zum dünnen Ende.

Es kann sich nach allem wohl nur um einen Teil des Schädels oder Unterkiefers handeln und die Furchen innen am Unterrande zeigen die Anlagerung eines andern Knochens an, während unten am Unterrande, wohl auch am Oberrande sowie am dünnen Ende sich kein anderer so eng anfügte.

In Größe und Form scheint mir nun ein Vergleich mit dem linken Angulare von Tyrannosaurus (Osborn 1912, Taf. I) am nächsten zu liegen, da es auch im Gegensatz zu dem anderer Dinosaurier nur auffällig wenig, nahe an seinem Vorderende, auf die Innenseite übergreift. Bei dem vorliegenden Stücke müßte man eben annehmen, daß es so gut wie ganz auf die Außenseite des Unterkiefers beschränkt war. Sein dünnes Ende würde dann nahe an das ebenfalls dünne Hinterende des Dentale heranreichen, an den Oberrand würde sich das Supraangulare angefügt haben und in die Furchen innen am Unterrande das Praearticulare (= Goniale Gaupps).

Um die systematische Stellung der vorliegenden Form zu klären und manche ihrer Besonderheiten in das richtige Licht zu stellen, erscheint es angezeigt, die einzelnen Skelett-Teile mit denjenigen anderer Gattungen, vor allem von ähnlich gebauten Theropoda zu vergleichen. Leider sind nur zu viele der oft schon vor längerer Zeit aufgestellten Gattungen ungenügend bekannt oder unzureichend beschrieben.

Die Unterkiefer von Megalosaurus Bucklandi Meyer (Owen 1857, S. 20 ff., Taf. 11, Fig. 1, 2), Megalosaurus Bradleyi (Woodward 1910, Taf. 13), Streptospondylus Cuvieri (Phillips 1871, p. 320; Nopcsa 1906, Fig. 9, p. 69),[1]) von Allosaurus agilis (Osborn 1906,

[1]) Nopcsas l. c. Figuren-Erklärung läßt zu wünschen übrig, denn die Bezeichnungen in der Figur und im Text stimmen nicht überein.

Fig. 2, p. 286) und Ceratosaurus nasicornis (Marsh 1896, Taf. 8; Hay 1908, Fig. 3, 4, p. 361, 362) weichen alle von dem vorliegenden in ihrer einfachen schlanken Form — Megalosaurus auch in seinem sehr niederen Vorderende — stark ab. Die Unterkiefer von Tyrannosaurus rex (Osborn 1912, Taf. 1) und Dryptosaurus incrassatus (Lambe 1904, Fig. A, B, p. 25) besitzen zwar ein ziemlich hohes Dentale, aber auch hier fehlt eine besondere Erhöhung im Vorderende mit einer dahinter folgenden Erniedrigung. Das vorliegende Dentale erscheint also darin ganz besonders spezialisiert und charakteristisch. Antrodemus Leidy (= Labrosaurus Marsh) erscheint in der zahnlosen Symphysenregion in anderer Hinsicht spezialisiert, in der Form des Dentale nicht unähnlich (Marsh 1896, p. 263, Taf. XIII, Fig. 2—4).

Was die einzelnen Knochen des Unterkiefers der Theropoda anlangt, so gehen die Angaben darüber so stark auseinander, daß zwar nicht unerhebliche Unterschiede anzunehmen sind, offenbar aber auch Irrtümer vorliegen. Meine Befunde bezüglich des Dentale, Spleniale und des sehr fraglichen Angulare (S. 5 und 6) lassen sich, wie schon erwähnt wurde, am besten mit denjenigen Osborns (1912) bei Tyrannosaurus rex in Einklang bringen, ich kann aber kein Supradentale ausscheiden, das Spleniale reicht weniger weit vor das innere Fenster und das ? Angulare ist anscheinend ganz auf die Außenseite beschränkt. Lambe (1904, p. 15, 16, Fig. A, B, p. 25) ließ bei Dryptosaurus ein langes niederes Praespleniale noch weiter nach vorn reichen als bei Tyrannosaurus und das Angulare sich gerade auf der Innenseite stark ausbreiten, aber schon Hay (1908, p. 363) bemerkte, daß er sich bezüglich des Angulare und des Hinterendes des Dentale wohl täuschte und Huene (1914, p. 70, 71, Fig. 2—5) stellte sowohl die Angabe bezüglich des Vorkommens eines Praespleniale wie die Verwechslung dieser Knochen fest. Hay ließ (l. c.) bei Ceratosaurus das Spleniale vor dem inneren Fenster fast die ganze Innenseite bedecken und es beinahe bis zur Symphyse reichen. Nach Woodward (1910, p. 113) endlich stößt bei Megalosaurus Bradleyi das Angulare mit dem Dentale unter einem äußeren Fenster in einer V-förmigen Naht zusammen, weiter hinten könnte es aber nach seiner Abbildung dem von Tyrannosaurus und damit dem vorliegenden ähnlich sein.

Auf Grund meiner unzureichenden Reste kann ich kaum mehr tun als auf diese Verhältnisse aufmerksam zu machen. Natürlich würde auch zu weit führen, auf die Homologie der einzelnen Teile des Reptilunterkiefers einzugehen, eine Frage, die speziell durch Gaupp, Watson und Williston neuerdings erörtert, aber noch keineswegs endgültig geklärt ist.

### b) Schädel.

Es ist nur ein 20 cm langes gerades Stück eines Alveolarrandes mit den Resten von 4 Zahnalveolen erhalten, in deren zweiter sich noch ein zerquetschtes Zahnstück befindet. An keinem Unterkieferast fehlt ein Alveolenstück, der Zwischenkiefer war gewiß nicht so gerade und kaum so lang, also kann es sich nur um einen Teil des Oberkiefers handeln und zwar des linken, weil die Alveolen ein wenig schräg nach unten und vorn gerichtet sind. Ein Vergleich des so dürftigen Stückes mit Kiefern anderer Dinosaurier lohnt sich natürlich nicht.

## c) Gebiss.

Taf. I, Fig. 5, 7, 8, 9, 10 und 11.

Was die Stellung und Zahl der Zähne anlangt, so ist sie nur im Unterkiefer einwandfrei festzustellen. Es sind 15 Alveolen in jedem Aste vorhanden (Taf. I, Fig. 6 und 12b), im linken allerdings 4 cm hinter der 15. anscheinend noch eine 16. Da aber im rechten Aste eine solche sicher fehlt und hier ein Querbruch durchgeht, handelt es sich wohl nur um ein bei der Präparation erzeugtes Kunstprodukt. Allerdings kann die Zahnzahl um eins schwanken, da Osborn (1912, p. 26) bei 2 Tyrannosaurus-Individuen 13 oder 14 untere Zähne fand, aber hier würde es sich ja um ein asymmetrisches Auftreten eines 16. Zahnes handeln. Die Zahnreihe ist also 52,5 cm lang.

Die Alveolen stehen alle so ziemlich senkrecht, die 1.—9. sowie 10. und 11. ziemlich dicht, da ihre Zwischenwände nur etwa 1 cm dick sind, die anderen aber weiter voneinander, denn die Zwischenwände zwischen der 9. und 10., 11. und 12. sowie 12. und 13. sind ungefähr 2 cm dick, die zwischen der 13. und 14. 2,5 und die zwischen der 14. und 15. sogar 3,5 cm (Taf. I, Fig. 12b). Die hintersten Alveolen folgen sich also in immer größeren Abständen. Speziell sie werden von dem erhöhten Innenrand des Kiefers (S. 4) so überragt, daß es an pleurodonte Befestigung der Zähne erinnert. Die vorderen Alveolen sind kreisförmig, die 3. sowie die hinteren ein wenig, die 15. aber deutlich längsoval. Ihre Größe und damit die der Zähne ist stark verschieden. Der Durchmesser steigt nämlich von dem 1., wo er kaum 2 cm beträgt, rasch bis zum 4. auf über 3,5 cm, der 5. beträgt unter 2 cm, der 6.—10. sogar nur etwa 1,3 cm, der 11.—14. Längsdurchmesser 2,5—3, der 15. wieder nur 2,5 cm. Der Querdurchmesser der 13. und 14. Alveole ist etwa 2, der 15. nur 1,3 cm. Die Heterodontie in der Zahngröße ist also sehr deutlich, indem den 2.—4. Zähnen, die wie Eckzähne stark vergrößert sind und in dem erhöhten Kieferteil stecken, unter Vermittlung des 5. Zahnes eine Reihe von 5 ungewöhnlich kleinen Zähnen in dem niederen Kieferabschnitte (6.—10.) folgt, sodann wieder eine Reihe von 4 größeren (11.—14.) und zuletzt ein seitlich stärker abgeplatteter kleinerer.

Die Zähne sind fast alle ausgefallen, was zum Teil damit zusammenhängt, daß Ersatzzähne im Nachschieben begriffen sind. Rechts ist allerdings nur an der Innenseite der 13. Alveole das Spitzchen des Ersatzzahnes sichtbar, links aber nicht bloß in gleicher Stellung in der 6., 12. und 13. Alveole, sondern fast bis zum Oberrand der Alveole aufragend in der 8. und 14. Außer wenigen Wurzeln und 4 Zähnen in situ liegen 15 einzelne Zähne oder Zahnkronen vor, deren Stellung und Zugehörigkeit zur oberen oder unteren Gebißhälfte zum Teil nicht mit Sicherheit auszumachen ist. Ihre Maße sind der Übersichtlichkeit halber in der Tabelle auf Seite 11 zusammengestellt.

Alle Zähne sind spitz kegelförmig, kaum bis sehr wenig rückgebogen und im Querschnitt meistens fast kreisförmig, nur wenige etwas längsoval. Ihre Wurzel ist sehr lang, ziemlich gerade und im oberen Teile dicker als die Krone. Ihr Schmelz ist im wesentlichen glatt, nur basalwärts manchmal fein vertikal gestreift und so fein runzelig, daß man es nur mit der Lupe sieht. Vorn und hinten, wo der Schmelz weiter basalwärts reicht als sonst, ist fast stets eine scharfe glatte Kante vorhanden. Die Pulpahöhle der ausgewachsenen Zähne ist sehr eng und der Schmelz sehr dünn, die Kanten sind auch am Dentinkern ausgeprägt.

Die Krone des 1. linken Zahnes (Taf. I, Fig. 7a, b, c), neben der auch eine entsprechende rechte vorliegt, ist leider bei der Präparation so abgebrochen, daß sie sich nicht mehr gut der in der Alveole steckenden Wurzel anfügen läßt. Sie ist relativ nieder, im Querschnitt fast kreisförmig, vorn gekrümmt und nur mit einer ganz schwachen Kante versehen, hinten aber gerade und mit deutlicher Kante.

Die Krone des in situ befindlichen linken 3. und rechten 4. Zahnes (Taf. I, Fig. 12a, b) ist gerade, vorn und hinten gleichmäßig kantig und im basalen Querschnitt wenig längsoval. Sie ist etwa doppelt so hoch und basal doppelt so lang, aber nicht ganz zweimal so dick als die des 1. Zahnes. Die des 2. Zahnes war, nach der Alveole zu schließen, etwa ebenso groß als die 3. und 4., aber basal kaum länger als dick.

Der 5. Zahn mag, nach seiner Alveole zu schließen, ein wenig kleiner als der 1. gewesen sein. Eine isolierte Zahnkrone mit noch weiter Pulpahöhle, also von einem noch jungen Zahne, mag hieher gehören. Sie ist kaum nach hinten und innen gebogen, vorn und hinten kantig und hat eine deutlich längsovale Basis.

Noch viel kleiner müssen der 6.—10. Zahn sein. Es liegen auch 2 fast vollständige Zähne (Taf. I, Fig. 5a, b, c) und eine Krone vor, die diesen Alveolen entsprechen. Ihre Krone ist außen und vorn konvexer als innen und hinten, also ganz wenig nach innen und hinten gebogen, vorn und hinten mit einer Kante versehen und im basalen Querschnitte fast kreisförmig. Die Wurzel ist viel höher als sie, ein wenig geschwungen, mit ganz flachen vertikalen Furchen versehen und im oberen Drittel am dicksten.

Der 11. Zahn mag in der Größe dem 5. entsprechen, der 12., rechts in situ (Taf. I, Fig. 12a, b), hat eine ganz gerade Krone mit etwas längsovalem Basalquerschnitte und deutlichen Kanten. Der 13. und 14. wird ihm so ziemlich gleichen, der 15. war aber etwas kleiner und basal sicher mehr längsoval. Einige der einzelnen Zähne dürften hieher gehören, aber keiner zu den 15. Alveolen. Außer der Krone eines stattlichen Zahnes, dessen Pulpahöhle noch weit ist, sind nämlich noch zwei ziemlich große Kronen vorhanden, die dem 12. bis 14. Zahne angehören könnten.

Weitere mit der Wurzel erhaltene Zähne sind bezüglich ihrer Stellung unsicher. Die meisten dürften obere sein, da ihre Wurzel zu lang (hoch) für die entsprechenden Stellen des Unterkiefers ist. Nach den vorliegenden Zähnen ist höchstens darin ein Unterschied von den unteren gegeben, daß die oberen meistens ganz wenig mehr nach innen und hinten gebogen sind. Ferner ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß auch die obere Bezahnung in der Größe und in den Abständen deutlich heterodont war und das auf Seite 7 erwähnte Oberkieferstück gibt uns über letzteres wenigstens etwas positiven Aufschluß. Seine Alveolen haben ungefähr 2,5 cm Längsdurchmesser gehabt, die erste erhaltene Zwischenwand war etwa 1,5, die zweite 2 und die dritte wohl fast 3 cm dick, eine etwaige vierte sogar über 3,5 cm. Also ist wie im hinteren Teile des Dentale eine Zunahme der Zahnabstände festzustellen und es handelt sich wahrscheinlich um den hinteren Alveolarabschnitt des linken Oberkiefers mit den Zähnen, die zwischen den 11.—14. unteren eingriffen.

Von den Einzelzähnen dürften die zwei größten mit Wurzeln erhaltenen (Taf. I, Fig. 8, 9) dem 2. bis 4. unteren opponiert gewesen sein, also wohl der Praemaxilla angehört haben, die, nach ihrer Wurzel zu schließen, sehr hoch gewesen sein muß. Der kleinere davon könnte nämlich nach seiner Form unten nur links gestanden haben, da

aber hier in der 2.—4. Alveole noch die Wurzeln stecken, kann er nur nach oben rechts gehören und wie der andere nach seiner Größe nur jenen Zähnen opponiert gewesen sein. Ihre fast gerade Krone ist im Querschnitte etwas längsoval und hat wie alle weiteren Zähne vorn und hinten eine gleich deutliche einfache Kante. Die fast gerade Wurzel, die wie auch sonst viel höher als die Krone ist und die bis zum oberen Drittel an Umfang zu-, dann allmählich abnimmt, ist zwar etwas verquetscht, aber im Querschnitt wohl deutlich längsoval gewesen und im unteren Teile mit einigen flachen Vertikalfurchen versehen.

Ob ein Teil der auf Seite 9 beschriebenen kleinen Zähne zu dem Oberkiefergebiß gehört, ist leider nicht festzustellen. Größere Zähne, die den Alveolen des erwähnten hinteren Oberkieferstückes in ihrer Größe entsprechen, liegen mehrere vor. Einer davon lag so im Gestein, daß er dem 12. des rechten Unterkieferastes opponiert war, er gehört jedoch seiner Form nach in den linken Oberkiefer, ein ganz gleichgestalteter und gleich großer, welcher der entgegengesetzten Seite angehört, lag bei dem linken Unterkiefer. Offenbar beweist also die Lage der ausgefallenen Zähne im Gestein nichts für ihre ursprüngliche Stellung, wie zu vermuten war, da auch große Skelett-Teile wirr durcheinanderlagen.

Die erwähnten beiden Zähne (Taf. I, Fig. 11a, b, c), die in ihrer Größe dem 12. unteren entsprechen, unterscheiden sich von ihm dadurch, daß ihre Krone ein wenig nach innen geschwungen und vorn konvexer ist. Ihr Querschnitt ist sehr wenig längsoval, derjenige ihrer Wurzel etwas mehr. Sie zeigt einige flache vertikale Furchen und im vollständigeren rechten Zahn innen am basalen Teile den Eindruck des Ersatzzahnes, ihre Außenseite ist gewölbter als die innere.

Ein ganz wenig größerer ? linker oberer Zahn unterscheidet sich von diesen dadurch, daß seine Krone fast gerade und im Querschnitt ein wenig mehr längsoval ist. Eine wie jene geformte, aber deutlich kleinere Krone mit nur einem Rest der Wurzel dürfte nach oben links gehören. Endlich liegt ein ? oberer linker Zahn vor (Taf. I, Fig. 10a—c), der sich dem letztgenannten in der Größe anschließt, dessen vollständige Wurzel unverdrückt und dessen Krone nur hinten und an der Spitze verletzt ist. Seine Krone ist außen und vorn zwar gewölbter als innen und hinten, aber doch sehr wenig nach innen und hinten gebogen. Der Querschnitt ist auch im oberen Teile der außen stärker als innen gewölbten Wurzel sehr wenig längsoval. Im basalen Teile ist die Wurzel im Querschnitte deutlich längsoval, außen und innen mit zwei oder drei flachen Vertikalfurchen versehen und innen über dem Unterende durch den Druck des Ersatzzahnes so geschwunden, daß die enge Pulpahöhle frei liegt.

Unter den Dinosauriern kommen nur die Theropoden zu einem Vergleiche in Betracht. Sie besitzen aber normalerweise seitlich komprimierte Zähne, deren deutlich rückgebogene Kronen vorn und hinten je eine fein gekerbte Kante haben.[1]) Die Zahl der Zähne ist oben und unten anscheinend in der Regel etwas verschieden und scheint häufig zwischen 12 und 20 zu schwanken, ihre Form und Größe sowie ihre Abstände bei einer Art scheinen im allgemeinen ziemlich gleichartig zu sein, nur pflegen die hintersten Zähne kleiner zu sein.

---

[1]) Der triassische Plateosaurus scheint nach neueren Befunden mehr Beziehungen zu Sauropoda als zu typischen Theropoda zu haben, seine zahlreichen, geraden, seitlich komprimierten und an den Kronenkanten gezackten Zähne kommen für einen Vergleich mit den vorliegenden Zähnen nicht in Betracht.

Maße der Zähne in mm.

| Zahn | Gesamt-Höhe | Krone | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Höhe | basaler Querschnitt längs | quer |
| 1. unten links (Fig. 7) . . | — | 30 ca. | 15 | 14 |
| ? 1. ? unten rechts . . . | — | ? 30 | 15 | 14 |
| 3. unten links . . . . | — | 70 | 28 | 20 |
| 4. unten links . . . . | — | — | ? 32 | ? 28 |
| 4. unten rechts . . . . | — | 64 | 28 | 24 |
| ? 5. ? unten rechts . . . | — | 22 | 14 | 10,5 |
| ? 6.—10. ? unten rechts . . | — | — | 10,5 | 9 |
| ? „ ? unten rechts . . | — | — | 10,5 | 10,5 |
| ? „ ? unten links (Fig. 5) | 65 | 19 | 10 | 9,5 |
| 12. unten rechts . . . . | — | 42 | 20 ca. | 15 ca. |
| ? 12.—14. ? unten . . . . | — | 40 | 20 | 16 |
| „ unten . . . . | — | über 35 | 19 | 15 |
| „ unten . . . . | — | ? 52 | 22 | 20 |
| ? 2.—4. oben rechts (Fig. 8) | über 170 | 68 | 30 | 23 ca. |
| ? „ oben links (Fig. 9) . | über 230 | 85 | 34 | ? 24 |
| ? 12. ? oben rechts (Fig. 11) | über 125 | 47 | 20 | 17 |
| ? 12. ? oben links . . . . | über 110 | 49 | 21 | 18 |
| ? 13.—14. ? oben links . . | über 128 | 52 | 22 | 18 |
| „ ? oben links (Fig. 10) | 138 | 41 | ? 19 | 17 |
| „ ? oben rechts . . | — | 40 | 18 | 15 |

Megalosaurus Bradleyi besitzt nach Woodward (1910) oben 4 Zähne in der Praemaxilla und anscheinend 18 in der Maxilla, unten dürften mindestens 17 Zähne vorhanden gewesen sein, jedenfalls mehr als im vorliegenden Unterkiefer. Die meisten Zähne sind typische stattliche Theropoden-Zähne, die vordersten aber sind klein und gleichen in ihrer schwachen seitlichen Kompression sowie in ihrer geringen Rückbiegung den vorliegenden, besitzen jedoch hinten eine gesägte Kante. Bei dem Original von Megalosaurus Meyer, bei M. Bucklandi, ist von derartiger Verschiedenheit der vordersten Zähne von den hinteren nichts zu bemerken (Owen 1857, Taf. 11, Fig. 1, 2).

Streptospondylus Cuvieri H. v. M. soll nach Phillips (1871, p. 320) und Nopcsa (1905, p. 290) ganz Megalosaurus-artige Zähne haben — Huene (1908, p. 330) will ja beide Gattungen vereinigen, was sich meiner Ansicht nach wegen der starken Unterschiede der Wirbelkörper nicht rechtfertigen läßt. In seiner ausführlichen Mitteilung (1906) sagt Nopcsa leider gar nichts über das Gebiß, nach dem von ihm abgebildeten Schnauzenstück (l. c., Fig. 9, p. 69) sind aber anscheinend gleichartige Zähne in gleichen Abständen vorhanden, nur der 9. obere erscheint sehr wenig rückgebogen und doppelt so groß als die anderen, doch mag dies nur ein Fehler des Zeichners sein und die große Höhe infolge Herausrutschens der Wurzel aus der Alveole vorgetäuscht sein.

Dryptosaurus (Laelaps) aquilunguis Cope (1869, p. 101, Taf. X, Fig. 5, 6) hat typische Theropodenzähne, über deren Zahl und Stellung fast nichts bekannt ist. Dryptosaurus incrassatus besitzt nach Lambe (1904, p. 9 und 11) unten 14, im Oberkiefer aber 12 sehr gleichartige Zähne, unten ganz vorn jedoch noch einen kleinen, hinten abgeplatteten Zahn (l. c., p. 11, Taf. 3), Ceratosaurus nasicornis hat nach Marsh (1896, p. 158) unten 15 Zähne, oben aber 4 + 15 und Allosaurus agilis nach Osborn (1912, p. 28, Fig. 26) unten sogar nur 12, oben ebenfalls 4 + 15 anscheinend gleichartige Zähne. Tyrannosaurus rex endlich besitzt nach Osborn (1912, p. 26, 27, Taf. I, Fig. 20, 21, p. 23) unten 13 bis 14, oben 4 + 12 typische Theropodenzähne, die zwar in Form und Größe, nicht aber in ihren Abständen etwas Differenzierung zeigen.

Die von mir beschriebene Form reiht sich also in der Zahnzahl gut in die hier genannten Theropoda ein und war offenbar wie sie ein Raubtier, dessen vergrößerte untere 2. bis 4. Zähne und ihre oberen Opponenten die Rolle von Eckzähnen spielten, während die kleinen dahinter folgenden den schwachen vorderen Backenzähnen (Lückenzähnen) mancher Raubsäugetiere in ihrer Bedeutung entsprechen mochten. In der besonderen Einfachheit der Zahnform steht sie aber abseits von den normalen Theropoden und die genannten Differenzierungen in der Größe wie auch in den Abständen der Zähne sprechen für eine gewisse Spezialisierung unter den Theropoden.

## d) Wirbel.

Da die Reihenfolge der Wirbel nicht sicher und ihre Zahl noch weniger festzustellen ist, habe ich sie in der vermuteten Reihenfolge mit Buchstaben bezeichnet. Ihre Maße sind in der Tabelle auf späterem Druckbogen zusammengestellt.

### I. Halswirbel.

Taf. II, Fig. 1a, b und 2.

Der Wirbel a, der dorsoventral zusammengedrückt ist, dessen Bogen vom Körper getrennt ist und dessen linke Postzygapophyse nach oben verschoben ist, und der Wirbel b, der seitlich zusammengequetscht, aber im Gegensatz zu jenem bis auf die Praezygapophysen ziemlich vollständig erhalten ist, sind sicher Halswirbel.

Ihr Körper ist etwa doppelt so lang als breit, also deutlich gestreckt, vorn deutlich konvex, hinten ebenso konkav, demnach typisch opisthocöl. Ventral und seitlich war er offenbar konkav, diese seitliche Vertiefung entspricht der pleurozentralen Höhle Nopcsas (1906, p. 61, Fig. 1, p. 63). Die Ventralfläche ist querkonvex ohne Kamm, der dünne Rand der hinteren Konkavität ist aber außen und unten mit zahlreichen kleinen Längsrippen versehen. Ober der Parapophyse führt eine längsovale, über 2,5 cm lange und mehr als 1 cm hohe Öffnung in das offenbar hohle Innere des Körpers. Ob eine dahinter liegende trichterförmige Grube und eine weitere, die unmittelbar hinter der Parapophyse liegt, ebenfalls in das Wirbelinnere sich öffnen, kann ich nicht feststellen, jedenfalls würde es sich nur um kleine Foramina handeln.

Die dicke, kurze Parapophyse ragt unter der Mitte der Körperhöhe direkt hinter dem gewölbten Vorderende des Körpers etwa 2,5 cm nach außen und ein wenig nach oben

und endet mit stumpfer rauher Oberfläche, besaß also wohl eine knorpelige Verbindung mit der Halsrippe.

Der Neuralbogen, durch Naht mit dem Körper verbunden, bildet anscheinend ein einfach hoch gewölbtes Dach, das nach hinten zu ansteigt. Der Neuralkanal ist etwa so hoch als breit, hoch gewölbt und auffällig eng. Sein Boden wird großenteils von den medianwärts verbreiterten Sockeln der Pediculi des Neuralbogens gebildet. Der Hinterrand der Pediculi ist etwas, der vordere wohl nur wenig konkav. An letzterem zieht sich durch eine seitliche Öffnung des Pediculus eine Rinne vorn vom Neuralkanal aus, wahrscheinlich für den Spinalnerven, nach unten bis auf den Körper vor der Diapophyse herab. Nach oben zu scheint aber von diesem Foramen des Pediculus aus ein Kanal in ihn hinein nach hinten oben sich fortzusetzen, doch läßt sich infolge der Verquetschung, der zahlreichen Brüche und der teilweisen Verwitterung der Oberfläche der Wirbel speziell an deren Vorderenden Genaueres darüber nicht feststellen.

Die Diapophyse entspringt in der Vorderhälfte jedes Pediculus wenig ober dem Körper und ragt nach unten etwas seitlich und hinten. Sie ist dorsoventral platt und außen oben ganz flach. Ihr Ende fehlt, doch war sie offenbar kurz, ihr scharfer Vorderrand dürfte nach oben unter die Praezygapophyse verlaufen.

Von den Praezygapophysen ist nur eine am Wirbel a in situ, die andere abgebrochen erhalten. Sie ragen darnach stark nach vorn außen und etwas nach oben vor mit längsovalen und kaum gewölbten Gelenkflächen, die nach oben etwas innen und hinten sehen. Noch länger sind, besonders bei a, die Postzygapophysen, die nach der anscheinend unverquetschten linken des Wirbels a zu schließen, nach hinten mäßig außen und wenig oben ragen und deren längsovale und flachkonkave Gelenkflächen nach unten, etwas außen und wenig hinten sehen. Auf ihnen sitzen auffällig starke, dicke und besonders bei a nach hinten ragende Epapophysen, von deren Oberrand je eine dünne hohe Kante nach oben mäßig vorn und innen zu dem Hinterrand des Processus spinosus aufsteigt. Diese Kanten überdachen eine bei a sehr tiefe und breite, bei b allerdings zusammengequetschte Nische, die sich ober dem Neuralkanal zwischen den Postzygapophysen befindet und deren Dach bei a, nicht aber bei b eine mediane Kante auf seiner Unterseite besitzt. Diese bei a bis ober den Neuralkanal nach vorn reichende Nische, ebenso wie der obenerwähnte Kanal im Pediculus lassen auch den Neuralbogen als mit Hohlräumen versehen erscheinen.

Der Processus spinosus ist bei a offenbar ganz anders als bei b gestaltet gewesen. Bei a nämlich entspringt er in der ganzen Länge des Neural- und Nischendaches und ragte wahrscheinlich nach hinten etwas oben, ist jedoch ober dem Hinterrand der erwähnten Nische abgebrochen. Sein senkrechter stumpfer und rauher Vorderrand erhebt sich nur etwa 3,5 cm hoch, der Oberrand, der nur im vordersten Teile rauh und stumpf, dann dünn und scharfkantig wird, steigt dann nach hinten etwas oben an. Bei b hingegen erhebt sich der Processus spinosus ziemlich senkrecht im wesentlichen auf der hinteren Hälfte des Neuraldaches und war wohl etwa 18 cm hoch und 8 cm breit und oben abgestutzt. Sein lädierter Vorderrand stieg wahrscheinlich vom Dachvorderende an nach oben etwas hinten, dann erst wie der Hinterrand senkrecht an. Dieser ist etwa 8 cm ober den hinteren Gelenkflächen einfach stumpf.

Welche Stellung die beiden Halswirbel einnehmen, ist schwer zu sagen. Nach Tafel 9, Fig. 2 und 4 in Marsh (1896) zu schließen, wo speziell in den Dornfortsätzen

ähnliche Wirbel von Ceratosaurus abgebildet, aber nicht näher beschrieben sind, könnte man in a den Epistropheus, in b einen weiter hinten gelegenen (6.) Halswirbel sehen. Auch der Dornfortsatz und die Postzygapophysen des Epistropheus von Plateosaurus sind nach v. Huenes Abbildungen (1907—8, Taf. 10, Fig. 2a, 2d und Fig. 283, p. 280) denjenigen von a ähnlich. Der vorn stark verwitterte Körper von a würde in seiner Form dieser Auffassung nicht widersprechen, auch nicht die wohlentwickelten starken Praezygapophysen, da der Atlas der Dinosaurier gut ausgebildete Postzygapophysen zu haben pflegt; doch erweckt die Größe der Praezygapophysen Bedenken. Deshalb möchte ich in a nur mit Vorbehalt den 2. Halswirbel, in b einen mittleren sehen.

Streptospondylus Cuvieri steht in seinen konvex-konkaven und ähnlich gestreckten Körpern der Halswirbel den beschriebenen am nächsten, besitzt aber nach Nopcsa (1906, p. 61 ff., Fig. 1 und p. 70, Fig. 10, 11) viel tiefere pleurozentrale Höhlen, an den mittleren Halswirbeln ventrale Leisten und einen nach hinten stärker vorragenden Unterrand. Die von ihm abgebildeten Wirbel (Fig. 1 und 11) zeigen auch keine Epapophysen; sie gehören allerdings nach der Form der Diapophyse in die hinterste Halsregion.

Die sehr wenig bekannten Halswirbel von Megalosaurus (Phillips 1871, p. 200, Fig. VIII, 4—6 und Lydekker 1889, p. 44, Fig. 2) unterscheiden sich durch ihre geringere Streckung und den Mangel einer deutlichen vorderen Konvexität des Körpers so deutlich sowohl von den mir vorliegenden als von denen des Streptospondylus, daß ich nicht begreife, wie Huene (1908, p. 330) letztere Gattung damit vereinigen konnte. Ceratosaurus nasicornis hat nach Marsh (1896, p. 159) an den Körpern gleichfalls vorn kaum eine Wölbung, dazu eine ventrale Mediankante und eine von der Diapophyse zu der Postzygapophyse ziehende Kante, weist aber nach der Abbildung des Epistropheus (l. c., Taf. 9, Fig. 2c, e) in der Form des Processus spinosus, im Besitz von starken durch Epapophysen verdickten Postzygapophysen und einer hinteren Nische zwischen ihnen sowie in der Streckung des Körpers Ähnlichkeiten mit dem Wirbel a auf. Tyrannosaurus rex endlich hat zwar am 2. bis 4. Halswirbel offenbar gleichfalls starke Epapophysen (Osborn 1906, p. 287, Fig. 3), aber die Dornfortsätze der mittleren Halswirbel sind schwach und die Körper nur wenig opisthocöl und vor allem sehr kurz.

Die Hals- und Rumpfwirbel von Antrodemus Leidy (= Poicilopleuron Leidy = Labrosaurus Marsh) sollen ausgesprochen opisthocöl sein (Marsh 1884, p. 337; Leidy 1873, p. 267—269, p. 338, Taf. 15, Fig. 16—18) und enthalten in ihrem Innern Hohlräume, nähere Vergleiche mit denjenigen unserer Form erlauben aber leider die höchst ungenügenden bisherigen Beschreibungen der Reste von Antrodemus nicht.

### 2. Freie Rumpfwirbel.

Taf. I, Fig. 17—19 und Taf. II, Fig. 3—6.

Sieben weitere Wirbel c—i sind durch Verlust mancher Teile und durch Verdrückung mehr oder weniger beschädigt, besonders an ihren Diapophysen. Speziell g (Taf. II, Fig. 4a, b, c, d) ist in dieser Beziehung instruktiv, denn sein Neuralbogen ist auf dem hier unverdrückten Körper nach hinten etwas oben verschoben, in die Mitte des Vorderrandes seines Processus spinosus ist ein Teil des Hinterrandes des Wirbelkörpers i (Taf. II, Fig. 6) eingepreßt und der obere Teil des Proc. spinosus ist transversal wellig verbogen. Nur bei f (Taf. 2, Fig. 3a, b) ist der Neuralbogen und der Körper noch in natürlichem

Zusammenhang, bei g wenigstens sicher, bei h und i (Taf. II, Fig. 5a, b und 6) sehr wahrscheinlich zusammengehörig, während bei c, d, e (Taf. I, Fig. 17—19) der Körper leider verloren ging.

Die erhaltenen Körper sind in ihren Maßen und Formen wenig untereinander und von den zwei beschriebenen Halswirbeln verschieden, doch dürften die von c und d deutlich kürzer gewesen sein als die anderen, da hier die Neuralbogen kürzer sind. Die erhaltenen Körper sind deutlich gestreckt, etwas höher als breit, vorn mäßig, bei g wenig konvex, hinten deutlich konkav, am relativ dünnen Rand dieser Konkavität unten außen etwas längsgerippt, bei g auch am Vorderrand seitlich und unten ein wenig, sonst aber ganz glatt ohne Fortsätze, Kanten, Gelenkflächen oder Foramina. Im Gegensatz zu den Halswirbeln sind sie im Innern nicht hohl, aber ebenfalls unten und seitlich, besonders seitlich weit oben stark konkav, d. h. ihre pleurozentralen Gruben (Nopcsa 1906, p. 61 ff.) sind tief und sehr weit. Daher bieten sie oben den Sockeln des Neuralbogens nur vorn und hinten breite rauhe Ansatzflächen, in der Mitte der Länge aber nur sehr schmale, z. B. bei g (Taf. II, Fig. 4c, d) sind diese vorn 9,5, in der Mitte nur 5,5 cm breit. Die Wirbelkörper sind also eingeschnürt, d. h. sie haben von oben oder unten gesehen sanduhrförmige Gestalt.

Die Neuralbogen sind zwar stets ziemlich vollständig erhalten, am wenigsten bei c, aber meistens etwas verdrückt. Sie sind immer hoch gewölbt und relativ schmal, der Vorder- und Hinterrand ihrer Pediculi sind eingebuchtet, der letztere ist scharfkantig, der erstere aber ist dies nur bei i, sonst ist er sehr breit gerundet. Der enge Neuralkanal scheint ursprünglich hoch oval gewesen zu sein. Sein Boden wird in der Hauptsache von den medianwärts verbreiterten Sockeln der Pediculi gebildet, doch ist er median ein wenig in die Oberseite der Körper eingesenkt.

Die Diapophysen, leider stets etwas verdrückt oder verschoben und nur bei c, d, e und h wenigstens an einer Seite fast vollständig, sonst nahe an ihrer Basis abgebrochen, scheinen normalerweise nach der Seite, ein wenig bis etwas nach oben und ein wenig nach hinten zu ragen und vom Neuralbogen in Mitte der Länge und in der Höhe der Postzygapophysen zu entspringen und zwar wie öfters bei Dinosauriern aus drei Stützlamellen, nämlich einer horizontalen dünnen, die Prae- und Postzygapophysen verbindet, und je einer, die vom unteren Vorder- und Hinterrande des Pediculus schräg zur Unterseite der Diapophyse aufsteigt. Unter jeder Diapophyse befinden sich deshalb drei ungefähr dreieckige, tief trichterförmige Gruben zwischen diesen Stützlamellen. Während der scharfe Rand der wagrechten Lamelle in den Vorder- und Hinterrand der Diapophyse verläuft, vereinigen sich die zwei schrägen, an ihrem Rand meist ein wenig gerundeten Streben zu einer gewölbten Verdickung der Unterseite der Diapophyse.

Bei c ist der zur Praezygapophyse ziehende Teil der wagrechten Lamelle sehr breit. auch sonst anscheinend wohlentwickelt, bei f und besonders bei g jedoch nur schmal, die schrägen Streben aber sind bei i (Taf. II, Fig. 6) viel schwächer als sonst, sich auch genähert, welch letzteres aber auch bei c und d der Fall ist. Bei f und g (Taf. II, Fig. 3a, 4b), sicher nicht bei d, h und i und anscheinend nicht bei c und e besitzt die vordere Strebe etwa in Mitte ihrer Länge eine schrägovale gewölbte Verdickung, die den Eindruck eines kleinen Gelenkkopfes macht. Sie entspricht sicher der etwas tiefer gelegenen Verdickung an der gleichen Strebe von Megalosaurus, die Owen (1855, Taf. 29p) als Parapophyse

bezeichnete, ohne sich darüber auszulassen, daß normalerweise das Gelenk für das Capitulum der Rippe doch größer und vor allem konkav ist.

Die Diapophysen sind bei c ziemlich lang und scheinen an den folgenden Wirbeln etwas kürzer zu werden, falls die von mir angenommene Reihenfolge der Wirbel richtig ist. Sie sind 5—6 cm breit, gegen das Ende zu aber anscheinend verbreitert (bis 8 cm), dorsal flach bis flach gewölbt, dorsoventral platt, aber ventral in ihrer Mitte stets verdickt. Am quer abgestutzten Ende, das leider nie ganz gut erhalten ist, sind sie anscheinend mit einer etwas rauhen, kaum konkaven und nach unten außen sehenden Fläche ausgestattet, die man als Gelenkfläche für das Tuberculum Costae ansehen muß. Bei i (Taf. II, Fig. 6) sind die abgebrochenen Diapophysen sicher deutlich abweichend von dieser Norm gestaltet gewesen, denn ihr Vorderrand war zwar mäßig scharf, ihr hinterer aber nicht so dorsoventral platt und zugeschärft wie sonst, sondern gerundet, so daß die Breite der Querfortsätze hier nur 4 cm betrug.

Die nur mäßig großen Praezygapophysen, bei c beide abgebrochen, sonst oft etwas unvollständig und verdrückt, ragen nach vorn etwas außen und etwas bis wenig nach oben nicht bis vor das Körpervorderende und entspringen sehr nahe beisammen, sind aber stets durch einen Spalt getrennt. Von ihrer Unterseite zieht je eine Kante nach unten hinten, bei i zum Vorderrand des Pediculus, sonst zum mittleren Teil der vorderen schrägen Stützlamelle der Diapophyse, so daß bei den Wirbeln c—h die vordere Diapophysengrube eine ausgeprägte Vordergrenze hat. Die ovalen flachen Gelenkflächen sehen nach oben mäßig innen oder nach oben innen und etwas nach vorn.

Die auch nur mäßig großen Postzygapophysen — bei i beide nur in Resten vorhanden, sonst ziemlich gut erhalten — entspringen ebenfalls dicht beisammen und sind zu einer Art Hyposphen vereinigt, ähnlich wie es Phillips (1871, p. 202, Fig. LIX, 5) von Megalosaurus abbildet, nur, daß sich diese Verbindung auf den untersten Teil direkt über dem Neuralkanal beschränkt, während die oberen Teile durch einen schmalen Spalt getrennt sind (Taf. II, Fig. 5b) im Gegensatz zu der vollständigen Verbindung bei Megalosaurus. Sie ragen ohrförmig nach hinten wenig außen bis ein wenig hinter das Körperhinterende. Von ihrer Oberseite steigt je eine Kante nach oben wenig innen zur Hinterseite des Processus spinosus auf. Ihre ovalen Gelenkflächen sind flach bis flach konkav, sehen nach außen unten oder nach außen mäßig unten und sind bei den Wirbeln c bis e kleiner als bei f bis h. Nur bei g sind die konkaven Gelenkflächen jederseits am Hyposphen noch zu erkennen, die von jenen Flächen getrennt sind.

Der Processus spinosus ist durch seine Größe und Form und teilweise auch durch seine Richtung höchst bemerkenswert. Er erhebt sich stets zu einem Vielfachen der Wirbelhöhe, nämlich zum Drei- bis Achtfachen, wenn man für den Körper mit seinem Neuralbogen etwa 20 cm Höhe annimmt, und er ist am letzten Wirbel i über doppelt so hoch und breit als am ersten c. Bei c, d und e ist er sehr deutlich vorgeneigt, bei f, g und h aber nur ein wenig in immer abnehmendem Grade, bei i endlich ist er sogar ein wenig rückgeneigt. Er entspringt in der ganzen Länge des Neuraldaches, verbreitert sich dann rasch und verschmälert sich ebenso wieder, um dann gegen das Ende zu sich ganz allmählich wieder zu verbreitern. Sein Hinterrand, der ganz unten zweikantig, dann gerundet und hier öfters mit einer schwachen Rinne versehen ist (Taf. II, Fig. 4a und 5b), verläuft ganz unten bei c, d, e und h deutlich, bei f, g und i nur wenig nach

hinten konvex und ist bei h und i mit einem Eckchen nach hinten versehen und dann ziemlich gerade, der gerundete Vorderrand aber verläuft unten stets deutlich nach vorn konvex und ist im oberen rückläufigen Teil scharfkantig, dann gleichfalls ziemlich gerade, hier gerundet und zuletzt scharfkantig. Alle Dornfortsätze sind seitlich platt und an den Seiten flach und ziemlich glatt, nur bei d und noch mehr bei c ist die untere Hälfte des schlanken Teiles etwas gewölbt, so daß hier die Dicke bis 3 cm, sonst aber nur etwa 2 cm beträgt. Sie nimmt nach oben zu ganz allmählich ab (Taf. II, Fig. 3b), so daß das Oberende sehr dünn ist. Dieses ist gewöhnlich abgestutzt mit gerundeten Ecken, aber von etwas wechselnder Form, bei g und h ist allerdings so viel abgebrochen, daß sie sich nicht sicher rekonstruieren läßt. Bei c, d und e ist der Vorderrand oben ganz wenig nach vorn konvex und das Ende ist von vorn unten nach hinten oben abgestutzt, bei f ist oben der Hinterrand mehr nach vorn geschwungen als der Vorderrand und das Oberende einfach hoch konvex begrenzt, bei h und noch mehr bei i endlich ist oben der Vorder- und Hinterrand ein wenig nach vorn geschwungen und wenigstens bei i scheint die Abstutzung des Endes von vorn unten nach hinten oben zu verlaufen.

Vor allem wegen der unvollständigen Erhaltung der Körper und der Querfortsätze ist die richtige Reihenfolge der beschriebenen sieben Wirbel kaum sicher festzustellen. Jedenfalls kann zwar c, d und vielleicht auch e, ebenso wieder f und g sich unmittelbar folgen; im ganzen bilden sie jedoch keine geschlossene Reihe, denn insbesondere i weicht in seinem Querfortsatz, in den Stützstreben der Diapophysen und Praezygapophysen und auch in seinem Dornfortsatz stark von den übrigen ab.

Ich benütze zur Feststellung der Anordnung hauptsächlich das Verhalten der Dornfortsätze, in erster Linie ihre Richtung und Höhe und daneben die Rippengelenke. Nach der Form des Dornfortsatzes müßte allerdings h sich an c, d und e anschließen, die wie er im Gegensatz zu f, g und i im untersten Teil seines Hinterrandes eine deutliche Konvexität nach hinten zeigen, nach dessen Höhe aber kann h nicht zwischen e und f gehören und wegen des Mangels von Parapophysenhöckern am Neuralbogen nicht zwischen f und g.

i nun möchte ich nahe vor das Sacrum stellen, weil erstlich weder am Körper noch am Neuralbogen eine Gelenkstelle für das Capitulum costae vorhanden ist, so daß die Rippe nur an der Diapophyse gelenkt haben könnte, weil zweitens der Processus spinosus in seinem untersten Teile dem des 1. Sakralwirbels (Taf. I, Fig. 16c) gleicht, der offenbar ebenfalls rückgeneigt war, und weil er drittens besonders hoch ist. Bei Dinosauriern pflegen ja die Dornfortsätze in und vor der Sakralregion rückgeneigt und am höchsten zu sein. h steht i immerhin darin nahe, daß nur am Ende seiner Diapophyse eine Gelenkstelle für die Rippe vorhanden ist, und daß sein Processus spinosus sehr hoch und nur sehr wenig vorgeneigt ist und unten am Hinterrande ein Eckchen hat, ich erblicke deshalb in h einen der hinteren Brustwirbel mit einköpfigen Rippen, in i einen Lendenwirbel. f und g müssen weiter vorn in der Brustregion sich einreihen, weil das Knöpfchen an der vorderen schrägen Lamelle unter der Diapophyse, wie auf Seite 15 u. 16 erwähnt wurde, einer Parapophyse entsprechen soll. Darnach müßte allerdings hier wie bei Megalosaurus das Capitulum costae eine konkave statt eine konvexe Gelenkfläche von auffällig geringer Größe haben.[1]) Konkave Rippenköpfchen sind bei Reptilien etwas ganz Ungewöhnliches

[1]) Man vergleiche nur den sonst ähnlichen Brustwirbel von Plateosaurus poligniensis in Huenes Tafelwerk (1908, Taf. 27, Fig. 6) mit seiner großen konkaven Gelenkfläche an der vorderen schrägen Strebe der Diapophyse!

und bei den mir vorliegenden Rippen ist leider das Köpfchen stets abgebrochen; daß aber bei Dinosauriern solche Rippengelenkenden vorkommen, beweist die Bemerkung von Riggs (1903, p. 177) über die „trough like fossae“ an ihren mesialen Oberflächen bei dem Sauropoden Apatosaurus.

c, d und e besitzen keine Gelenkstelle für das Capitulum costae am Neuralbogen oder an deren Querfortsätzen, sie könnte an den leider nicht erhaltenen Körpern vorhanden gewesen sein, also tief gelegen, wie es an vorderen Brustwirbeln der Fall ist. Ihr Processus spinosus wird an den vorderen Wirbeln niederer und immer stärker vorgeneigt. Letzteres ist bei den Dinosauriern meines Wissens noch nie beobachtet und ein überhaupt ganz ungewöhnliches Verhalten. Bei den Dinosauriern pflegen die vorderen Dornfortsätze senkrecht oder schwach rückgeneigt und niederer als die präsakralen zu sein, die öfters etwas rückgeneigt sind, während bei den Säugetieren in der Rumpfregion die vordersten Dornfortsätze am meisten rückgeneigt und am höchsten sind, die hintersten vorgeneigt oder senkrecht und höchstens mäßig hoch. Der permische Pelycosaurier Edaphosaurus, auf den mich mein Kollege Broili gütigst aufmerksam machte, zeigt aber nicht nur ebenfalls außergewöhnlich hohe Dornfortsätze, sondern die vorderen auch vorgeneigt und vorgebogen.

Bemerkenswert ist, daß die Körper dieser wahrscheinlich vorderen Brustwirbel, nach der Länge der Neuraldächer zu schließen, kürzer als die hinteren freien Rumpfwirbel gewesen sein müssen, was auch bei zwei Exemplaren von Streptospondylus (Nopcsa 1906, p. 80), übrigens auch bei den meisten Säugetieren der Fall ist. Auffällig ist schließlich, daß die Diapophyse der vordersten Brustwirbel ein wenig länger ist als an den dahinter liegenden, während normalerweise das Umgekehrte der Fall ist.

Ein Vergleich dieser freien Rumpfwirbel mit denjenigen anderer Theropoden ergibt ähnliche Resultate wie der der Halswirbel. Streptospondylus Cuvieri (Nopcsa 1906, p. 71, 72, Fig. 12, 13) zeigt nämlich auch hier in den gestreckten, eingeschnürten und opisthocölen Körpern sowie in den Stützlamellen der Diapophysen Übereinstimmung, aber auch deutliche Unterschiede. Denn die Körper der hinteren freien Brustwirbel sind vorn nicht gewölbt, es zieht sich je eine Lamelle von den Diapophysen auch zum Dornfortsatze hinauf, der allem Anscheine nach in Form, Größe und Richtung nichts Besonderes bot, und das Hyposphen scheint vollkommener ausgebildet zu sein, als ich es fand.[1])

Megalosaurus Bucklandi hat nach Philipps (1871, p. 201, 202, Fig. LIX) kürzere, sehr schwach opisthocöle Wirbelkörper und gleichfalls ein besser ausgebildetes Hyposphen, scheint aber sehr hohe Dornfortsätze und ähnliche Diapophysen wie die vorliegenden Wirbel besessen zu haben. Falls die Wirbel aus dem Wealden, die Owen (1855, Taf. 19; 1857, p. 5, 6) dazu stellte, wirklich zu der gleichen Art oder doch zu derselben Gattung gehören, sind nicht nur die Diapophysen sondern auch die Parapophysen-Höcker wie bei den hier beschriebenen Wirbeln ausgebildet, die Dornfortsätze aber sind nur in der Größe vergleichbar, denn sie stehen senkrecht, haben eine einfachere Form und zeigen starke Rauhigkeiten für Band- und Muskelansätze.

Ceratosaurus, Creosaurus (Marsh 1896, p. 160, Taf. 9 und 11) sowie Tyrannosaurus

---

[1]) Nopcsa (1906, p. 72, Fig. 13) spricht von einem Zygosphen, dieses liegt aber oberhalb der Praezygapophysen procöler Wirbel.

(Osborn 1906, p. 288, 289, Taf. 39) weichen schon in der Kürze ihrer vorn nicht gewölbten Wirbelkörper und der geringen Höhe der senkrechten oder leicht rückgeneigten Dornfortsätze stark ab, ihre Querfortsätze sind nicht beschrieben; erstere sollen eine Hyposphen-Verbindung haben, Tyrannosaurus aber nicht.

Jedenfalls stehen die mir vorliegenden Wirbel in der Größe, Form und Richtung ihrer Processus spinosus diesen Theropoden gegenüber. Bemerkenswerterweise sind aber sehr hohe Dornfortsätze an freien Rumpfwirbeln in drei Dinosaurier-Gruppen schon bekannt, nämlich bei dem eben erwähnten oberjurassischen bis unterstkretazischen Theropoden Megalosaurus (Owen 1855, Taf. 19, Phillips 1871, Fig. LX, p. 203), dem oberstjurassischen Sauropoden Dicraeosaurus Janensch (1914, p. 101 ff.) und dem oberkretazischen Ornithopoden Hypacrosaurus Barnum Brown (1913). Bei all diesen stehen sie aber senkrecht oder wenig rückgeneigt, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß man bei Hypacrosaurus nur die der hinteren, bei Megalosaurus nur die von vorderen freien Rumpfwirbeln gut kennt. Während nun die Dornfortsätze dieser zwei Gattungen ziemlich einfach geformt sind, d. h. seitlich abgeplattet und vorn und hinten ziemlich geradlinig begrenzt, sind diejenigen von Dicraeosaurus in ihrer medianen Spaltung und der Drehung ihrer Abplattung höchst eigentümlich. Die mir vorliegenden sind schon in ihrer Form, speziell in der Verbreiterung ihres untersten und obersten Teiles etwas absonderlich, in ihrer Richtung aber stehen sie nicht nur unter den bisher bekannten Dinosauriern ganz einzigartig da, sondern haben überhaupt unter den tetrapoden Wirbeltieren nur wenige vergleichbare Formen, wie auf Seite 18 schon erwähnt wurde.

Den Zweck der übergroßen Dornfortsätze mit Sicherheit festzustellen, ist nicht leicht. Zum Ansatz gewaltiger Muskelmassen dürften sie kaum gedient haben. Bei dem Bison steht allerdings die besondere Höhe der vorderen Dornfortsätze der Brustregion mit der Entwicklung sehr starker Nackenmuskeln und eines ungewöhnlich kräftigen Nackenbandes in Zusammenhang[1]) und ähnlich könnte es bei dem Megalosaurus Owens (1855, Taf. 19) aus dem Wealden gewesen sein. Bei der vorliegenden Form spricht aber schon die Glätte der Seitenflächen und die Schwäche der Oberenden dagegen, auch sind ja hier die größten Dornfortsätze in der Lendenregion, wo für eine so ungewöhnliche Entwicklung dorsaler Rumpfmuskeln ein Grund schwer einzusehen ist. Damit soll natürlich nicht der Meinung Ausdruck gegeben sein, daß nicht starke interspinale Muskeln und Bänder, sowie seitliche Längsmuskeln vorhanden waren, sondern nur, daß sie nicht so gewaltig entwickelt waren, um die ungewöhnliche Größe der Dornfortsätze zu bedingen.

Eher könnte man an das Vorhandensein eines großen Fettbuckels denken, dem die Fortsätze eine innere Stütze gaben.[2]) Bei Pflanzenfressern wie dem obenerwähnten Hypacrosaurus oder bei schwerfälligen Sauropoden wie Dicraeosaurus könnte ein solcher angenommen werden, bei einem Raubtiere wie bei Megalosaurus und der beschriebenen Form ist aber eine solche Annahme äußerst unwahrscheinlich.

Vermutlich handelt es sich hier nur um die Stützen eines sehr hohen, schmalen

---

[1]) Herr Inspektor Küsthard an der hiesigen zoologischen Sammlung, der einen Bison präpariert hat, teilte mir gütigst mit, daß der hohe Widerrist im wesentlichen aus Muskelmasse bestand und nur mit einer dicken subkutanen Fettschicht überkleidet war.

[2]) Die Fettbuckel der Kamele und Zeburinder besitzen allerdings keinerlei Stütze in besonders erhöhten Dornfortsätzen.

Rückenkammes, doch ist auffällig, daß die Processus spinosus so schwer und massiv gebaut sind, denn ihr Inneres besteht keineswegs aus lockerer Spongiosa, sondern aus dichten Knochen und sehr engmaschiger Spongiosa.

Solche hohe Rückenkammstützen kommen bei rezenten Lacertilia mehrfach vor, z. B. hat eine in der hiesigen Skelettsammlung befindliche Lophura amboinensis auf den vorderen Schwanzwirbeln stabförmige, sehr hohe, rückgeneigte Dornfortsätze. Chamaeleo cristatus (Case 1909, p. 979, Fig. 1) ist sogar in Einzelheiten vergleichbar. Hier werden nämlich die senkrechten, dann etwas rückgeneigten Dornfortsätze vom Epistropheus bis zum 8. Wirbel immer höher, dann bis zum 10. Schwanzwirbel wieder nieder, hierauf erst ganz klein. Die untersten Teile sind ein wenig verbreitert zum Ansatze der Rückenmuskeln, darüber verbindet fast nur Bindegewebe die Dornfortsätze, ganz oben zu einem starken Längsband verstärkt. Ähnliches Verhalten der Weichteile kann man auch für unsere Form annehmen, speziell daß Rückenmuskeln nur am unteren verbreiterten Teile sich stärker entfalteten. Nach der Figur bestehen aber noch besondere Ähnlichkeiten darin, daß der 7. und 8. Dornfortsatz wenigstens im oberen Teile ein wenig vorgebeugt ist und daß der 7. bis 13. sich nach oben zu allmählich verbreitern.

Auch für permische Pelycosauria wie Edaphosaurus, Naosaurus, Dimetrodon wird deshalb das Vorhandensein eines Rückenkammes angenommen (Case und Williston 1913, p. 80). Auch ich halte dies für viel wahrscheinlicher als die von Jäkel übernommene Ansicht Abels (1912, p. 171—173), daß es sich um getrennte Rückenstacheln handelte, wenn auch der Kamm mit Horn-Zacken und Stacheln besetzt gewesen sein mag. Mit der Form des Kammes könnte auch die ungewöhnliche Richtung der Dornfortsätze bei Edaphosaurus und bei den vorliegenden vorderen Brustwirbeln zusammenhängen.

Bewegungen der Wirbel gegeneinander müssen an den Enden der hohen Dornfortsätze große Ausschläge geben und könnten so zu Zerrungen der dortigen Weichteile führen. Es ist deshalb gewiß von Bedeutung, daß diese Bewegungen durch die Ausbildung von Hyposphenen bei den vorliegenden Wirbeln sehr stark eingeschränkt sind; insbesondere seitliche Bewegungen konnten gewiß nur in sehr geringem Maße stattfinden. Ähnliche Vorrichtungen zur Bewegungseinschränkung der Wirbel sind auch bei einem Teil der anderen fossilen Genera nachgewiesen, die sich durch sehr hohe Dornfortsätze auszeichnen. Es wäre von Interesse zu untersuchen, ob sie sich auch bei den betreffenden rezenten Lacertilia vorfinden. Bei Lophura amboinensis ist jedenfalls weder ein Hyposphen noch ein Zygosphen vorhanden. Derartige Sperrgelenkvorrichtungen sind also nicht unbedingt nötig.

### 3. Sakralwirbel.

Taf. I, Fig. 16a, b, c.

Von drei verschmolzenen Wirbeln fehlt leider ein Teil des Mittelstückes des zweiten und die hintere Hälfte des dritten Körpers, auch ist der oberste Teil der Körper samt den Neuralbogen und deren Fortsätzen durch Verwitterung bis auf den unteren Teil und die Basis des ersten Dornfortsatzes fast ganz zerstört. Daher lassen sich die drei Stücke nicht mehr aneinanderfügen.

Die Körper tragen im wesentlichen den Charakter der erhaltenen freien Rumpfwirbel. Der erste ist zwar ebenso hoch, aber kürzer und schmaler, die Vorderfläche jedoch

ist ungefähr hochoval mit der größten Breite im oberen Drittel und sehr wenig gewölbt. Die untere und die seitlichen Flächen des deutlich gestreckten Wirbels sind ganz glatt, quer gewölbt, in der Längsrichtung aber konkav, sowie im oberen Drittel der Seiten besonders konkav (pleurozentrale Gruben !), darüber aber speziell vorn wieder konvex. Ein seitlicher stumpfer Vorsprung oben vorn an dem ersten Sakralwirbel ist offenbar die Basis des vordersten Querfortsatzes, die nur 1,5 cm seitlich vorragt, aber 5,5 cm lang ist; sonst sind diese Teile leider abgewittert. Wie die Bruchstellen in Mitte des zweiten und dritten Wirbels erweisen, ist das Innere der Körper von engmaschiger Spongiosa erfüllt, eine tiefe unregelmäßige Höhle im Vorderteil des ersten Körpers ist also wahrscheinlich nur durch Verwitterung entstanden. Der zweite und dritte Körper ist anscheinend ein wenig kleiner als der erste, in der Gesamtform aber ihm gleich.

Das erhaltene Neuralbogenstück dürfte zu dem ersten Wirbel gehören, zu dem es in seiner Länge (etwa 13 cm) paßt; es ist mit einem kleinen Rest des folgenden Bogens innig verbunden. Erhalten ist nur das seitlich verdrückte Dach des Neuralkanales ohne Quer- und Gelenkfortsätze. Es war anscheinend hoch gewölbt und besaß unter der Basis des Dornfortsatzes jederseits eine nach hinten zu verlaufende wagrechte Längsleiste.

Der Processus spinosus war offenbar stattlich und seitlich platt (bis 2,5 cm dick) wie die der freien Rumpfwirbel. Seine 11,5 cm lange Basis verbreitert sich wie bei jenen nach oben zu dadurch, daß der unten konkave, dann stark konvexe Vorderrand nach vorn konvex aufsteigt und daß der unten ebenfalls konkave Hinterrand 4 cm hoch sich etwa senkrecht erhebt, dann aber ein stumpfes Eck nach hinten bildet, um etwas zugeschärft 9 cm lang geradlinig nach oben etwas vorn zu verlaufen. In einer Höhe von ungefähr 20 cm ist der Fortsatz abgebrochen, scheint sich aber, nach der Rückbiegung des Vorderrandes und der Knochenfaserung zu schließen, nicht nur rasch verschmälert sondern auch deutlich rückgeneigt zu haben. Besonders in dieser Rückneigung und in dem Eck des Hinterrandes gleicht er dem Dornfortsatz des Wirbels i (Taf. II, Fig. 6), dessen Vorderrand aber unten mehr nach vorn konvex ist.

Megalosaurus Bucklandi hat nach Owen (1857, p. 7—12, Taf. 1—3) und Phillips (1871, p. 205, 206, Fig. LIX, 1 und LXI, 2, 3) fünf verschmolzene Sakralwirbel, deren Körper zwar den vorliegenden ähnlich, aber viel kürzer sind. Außerdem tragen dort die Neuralbogen starke Metapophysen, die Dornfortsätze sind nur etwas rückgeneigt, nieder und einfach geformt und die Parapophysen scheinen nicht so rostrokaudal gestreckt zu sein. Streptospondylus scheint auch im Sacrum ähnlicher zu sein. Es sind nach Nopcsa (1906, p. 64, 65, Fig. 5, 6, 7a und p. 73, Fig. 14) ebenfalls nur 3 Sakralwirbel bekannt, es dürften aber mindestens 4 vorhanden gewesen sein, die Körper sind in der Streckung und im Querschnitt ähnlich, auch scheint (l. c., Fig. 5, p. 64) ober dem Querfortsatze des 1. Sakralwirbels ebenfalls eine wagrechte Leiste vorhanden zu sein, während starke Metapophysen fehlen. Aber die vorderste Körperfläche ist konkav, die mittleren sollen sattelförmig sein und der Querfortsatz des ersten Sakralwirbels scheint nach Fig. 5, p. 64 (l. c.) höher gelegen und viel weniger rostrokaudal ausgedehnt gewesen zu sein als bei dem beschriebenen Stück.

Die sehr wenig bekannten drei noch unverschmolzenen Sakralwirbel von Dryptosaurus (Laelaps) aquilunguis Cope sp. (1869, p. 102) unterscheiden sich von den vorliegenden durch ihre konkaven Endflächen und wohl auch durch ihre Kürze. Ceratosaurus hat nach

Marsh (1896, p. 160) 5 Sakralwirbel, deren Querfortsätze (ähnlich wie bei Megalosaurus) von je zwei Wirbeln entspringen. Sie sind wie bei dem vorliegenden 1. Sakralwirbel sehr kurz. Sonstige Vergleiche sind mangels weiterer Beschreibung und einer Abbildung hier nicht möglich. Tyrannosaurus rex endlich hat nach Osborn (1906, p. 289—290, Fig. 5) zwar 5 Sakralwirbel, der erste und letzte sind aber nicht so fest verbunden als die mittleren. In der Kürze und in dem zum Teil keilförmigen Querschnitte der Körper, in den hoch darüber gelegenen Querfortsätzen und den einfachen, niederen, verschmolzenen Dornfortsätzen sind sie stark von den hier beschriebenen verschieden.

Soweit es die große Unzulänglichkeit des vergleichbaren Materiales erlaubt, scheint also auch im Kreuzbein Streptospondylus Cuvieri der vorliegenden Form am ähnlichsten zu sein. Sie ist auch hier durch die Streckung der Körper ausgezeichnet und dürfte als Besonderheit ähnliche Dornfortsätze besessen haben wie an den hinteren freien Rumpfwirbeln. Die Dreizahl scheint die ursprüngliche bei den Theropoden zu sein, durch Anschluß eines vorderen und eines hinteren Wirbels wird aber häufig eine Fünfzahl erreicht, wofür u. a. der obenerwähnte Zustand bei Tyrannosaurus spricht. Dem Dornfortsatze nach könnte nun der vorliegende erste Wirbel ein sekundär angegliederter letzter freier Rumpfwirbel sein, die Verbindung der Körper ist aber genau so innig wie zwischen dem 2. und 3. Wirbel und wir wissen nicht, ob überhaupt mehr als drei Sakralwirbel vorhanden waren, wenn mir dies auch bei der Höhe der sonstigen Spezialisierung der Form wahrscheinlich ist.

### 4. Schwanzwirbel.

Taf. I, Fig. 1a, b.

Ein letzter Wirbel n ist bis auf die Enden der Diapophysen und des Processus spinosus fast vollständig und beinahe unverdrückt. Sein Körper ist kaum halb so lang als derjenige der freien Rumpfwirbel, aber ein wenig höher und vorn, nicht völlig hinten so breit als hoch, also deutlich breiter als jene. Er ist demnach deutlich kürzer und breiter, aber nur etwas höher als die Sakralwirbel. Im Gegensatz zu allen bisherigen Wirbeln ist ferner die vordere, fast kreisförmige Endfläche ausgesprochen konkav, die hintere ein wenig hochovale aber nur sehr wenig konkav. In ihr ist ein künstliches Loch vorhanden, das in der Körpermitte in eine unregelmäßige Höhle führt, die wahrscheinlich gleichfalls künstlich ist, deren Erzeugung aber vielleicht infolge des Vorhandenseins besonders lockerer Spongiosa erleichtert war. Die Diaphyse des Körpers ist wie bei den bisherigen eingeschnürt, d. h. längskonkav und querkonvex sowie außer an den längsgeriefften Vorder- und Hinterrändern glatt, aber am Unterrande der hinteren Endfläche sind zwei Vorsprünge vorhanden, die je eine nach hinten etwas unten sehende rauhe Fläche, offenbar zum Ansatz eines Chevrons besitzen.

Die Naht zwischen dem Körper und dem Neuralbogen ist nicht deutlich zu sehen. Dieser ist nieder und breit, und entspringt in ganzer Wirbellänge. Der gerundete Vorderrand seines Pediculus ist kaum, der breite Hinterrand etwas konkav.

Der Neuralkanal ist besonders vorn breiter als hoch, deutlich niederer und ein wenig breiter als an den freien Rumpfwirbeln.

Die Seite jedes Pediculus wird vom Ursprunge der starken Diapophyse ganz eingenommen, nur vorn ist darin eine trichterförmige Grube, unten und hinten ist diese Basis

massiv im Gegensatz zu derjenigen der freien Rumpfwirbel. Die Diapophyse ist dorsoventral platt, aber in der proximalen Hälfte oben konkav, unten gewölbt, ihr Vorderrand mäßig dünn, der hintere bis auf 12 cm seiner Länge oben verdickt. Sie ragt, ohne in ihrer Breite von 5,5 cm merklich abzunehmen, nach der Seite, doch scheinen die Vorder- und Hinterränder sich ganz wenig nach hinten zu schwingen; das Ende fehlt.

Die Praezygapophysen, deren Basen ober den Diapophysen entspringen und durch eine mediane Grube getrennt sind, ragen nach oben mäßig vorn und etwas außen bis vor das Körperende. Ihre hochovalen, flachen Gelenkflächen sehen nach innen, mäßig oben.

Die durch einen medianen Spalt getrennten Postzygapophysen erheben sich ebenfalls ober den Basen der Diapophysen und springen ohrförmig nach außen wenig hinten vor. Ihre hochovalen, flachen Facetten sehen nach außen unten. Ein hyposphenartiger unterer Teil fehlt völlig. Von ihrem Oberrand läuft je eine Kante nach innen etwas oben zur Seite der Basis des Hinterrandes des Processus spinosus.

Dieser erhebt sich in ganzer Neuraldachlänge als seitlich platter, etwa 1 cm dicker und mäßig hoher Fortsatz ziemlich senkrecht. Sein stumpfer Vorder- und Hinterrand erscheint ein wenig nach hinten geschwungen und seine Breite nach oben zu nur wenig abzunehmen. Er ist also in seiner einfachen Form und in seiner Richtung von dem der freien Rumpfwirbel und des ersten Sakralwirbels stark verschieden, gleicht aber hierin dem des Halswirbels b (Taf. II, Fig. 2).

Nach seiner Gesamtform, speziell wegen des Besitzes von Chevron-Ansätzen handelt es sich bei n unzweifelhaft um den vorderen Schwanzwirbel eines Dinosauriers. Nach seinem Fundorte und seinem Erhaltungszustande gehört er zu den beschriebenen Resten. Die starken Unterschiede im Neuralbogen und seinen Fortsätzen und vor allem in der Kürze des Körpers und der Form seiner Endflächen widersprechen einer Zugehörigkeit nicht, denn z. B. auch bei Streptospondylus sind die freien Rumpfwirbel deutlich opisthocöl und gestreckt, ein vorderer Schwanzwirbel aber vorn mehr konkav als hinten und zwar nicht so kurz als hier, aber doch kürzer als jene. (Nopcsa 1906, p. 74 und 80). Sehr merkwürdig ist aber, daß der Körper breiter und höher als bei den Sakralwirbeln ist. Es ist ja die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß der Wirbel n infolge Verschwemmung unter die anderen einem Individuum angehörigen Reste geriet; natürlich könnte er trotzdem derselben Art angehören, und nur von einem größeren Exemplar stammen.

Ähnliche Proportionen und Form des Körpers hat übrigens ein Schwanzwirbel des triassischen Plateosaurus poligniensis, den v. Huene (1908, p. 81, Taf. 29, Fig. 1) für den zweiten hält, während er ein wenig mehr gestreckte weiter hinten einreiht. Auch bei Säugetieren sind die vordersten Schwanzwirbel oft sehr kurz, die mittleren viel gestreckter.

Bedenken kann aber auch die relativ geringe Größe des Dornfortsatzes gegenüber der der hintersten freien Rumpfwirbel erwecken. Man müßte annehmen, daß an den Sakralwirbeln und ersten Schwanzwirbeln die Größe dieser Fortsätze sehr rasch abnimmt, und damit wohl auch der vermutete Rückenhautkamm plötzlich ganz nieder wird oder ganz aufhört. Eine Analogie dafür liegt nun bei dem auf Seite 20 schon herangezogenen Chamaeleo cristatus vor, wo am 10. Schwanzwirbel die hohen Dornfortsätze und der Rückenkamm plötzlich enden.

Von unzweifelhaften vorderen Schwanzwirbeln von Megalosaurus ist äußerst wenig beschrieben worden (Owen 1857, p. 12; Phillips 1871, p. 207, Fig. LXII). Darnach ist

der amphicöle Körper relativ länger als bei dem vorliegenden Wirbel, nämlich so lang als breit und damit wenig kürzer als die nicht langen freien Rumpfwirbel. Streptospondylus Cuvieri aber hat nach Nopcsa (1906, p. 74) vordere Schwanzwirbel, deren Körper ebenfalls vorn tiefer konkav als hinten sind und die auch in ihren Seiten- und Unterflächen sowie im Besitz hinterer Ansätze für Chevrons dem vorliegenden gleichen, aber sie sind etwas gestreckt und ihre Neuralbögen sind unbekannt.

Die gestreckten Schwanzwirbel von Poikilopleuron Bucklandi Deslongchamps (1838, p. 74 ff., Taf. 2), das nach Hulke (1879, p. 233 ff.) mit Megalosaurus zu vereinigen ist, nach v. Huene (1908, p. 327) aber womöglich in eine andere Familie gehört, stammen aus einer so viel weiter hinten liegenden Region, daß ein Vergleich unmöglich ist. Die beschriebenen Schwanzwirbel von Dryptosaurus (Laelaps) aquilunguis Cope sp. (1869, p. 101—103, Taf. 8, Fig. 2, 3; Taf. 9, Fig. 4 und Textfigur 30) sind gleichfalls amphicöl und ventral quer konvex sowie eingeschnürt, aber deutlich gestreckt und ihre Dornfortsätze sind nieder und langgestreckt; sie gehören fast alle der mittleren Schwanzregion an. Bei Ceratosaurus ist nach Marsh (1896, p. 160, Taf. 9, Fig. 6) ein vorderer amphicöler Schwanzwirbel deutlich länger als ein freier Rumpfwirbel (Taf. 9, Fig. 6), bei Tyrannosaurus endlich sagt Osborn (1906) leider nichts über die Schwanzwirbel.

Streptospondylus bietet demnach auch hier die meiste Ähnlichkeit unter den allerdings sehr wenigen vergleichbaren Formen. Die besondere Kürze des vorliegenden Wirbels braucht dabei keine größere Bedeutung zu haben, denn, wie auf Seite 23 erwähnt, sind bei langschwänzigen Säugetieren die vordersten Schwanzwirbel oft sehr kurz und die Wirbellänge nimmt dann rasch bis zu den mittleren Schwanzwirbeln zu. Daß unsere Form einen starken und langen Schwanz besaß, ist aber von vornherein anzunehmen, auch durch die Größe der Dornfortsätze der Lendenwirbel und des ersten Sakralwirbels sowie durch die Dimensionen des erhaltenen Schwanzwirbels erwiesen.

Maße der Wirbel in cm.

| | Wirbelkörper | | | Foramen vert. | | Postzyg. | Diapoph. | Proc. spinos. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | größte Länge | Höhe vorn | Breite vorn | Höhe vorn | Breite vorn | über Körper [1]) | Länge | Höhe | Breite in Mitte |
| Vert. cerv. a | ? 19 | ? | ? 10 | ? 2 | 2,2 | ? | — | — | — |
| „ „ b | 18,5 | ? 10 | über 7 | ? 2 | ? 2 | 8 ca. | über 5 | über 17 | über 6 |
| „ dors. c | — | — | — | — | — | über 8 | 16,5 | 73 | 5 |
| „ „ d | — | — | — | ? | ? | 8 | 15 | 95 ca. | 6 |
| „ „ e | — | — | — | 3,5 ca. | 3,9 | 7,5 | 13 | 119 ca. | 8,5 |
| „ „ f | 19,5 | 13 | 10 | 4,4 | 3 | 8,3 | — | 130 | 7,5 |
| „ „ g | 17 | 13 | 11,5 | 3,5 ca. | 3,3 | 8,3 | — | über 130 | 9,5 |
| „ „ h | 19 ca. | 12,5 | 10 | 3,5 | 3,5 | ? 7 | 12 | über 139 | 9,5 |
| „ „ i | 21 ca. | 11,5 ca. | 10 ca. | 4 ca. | 3,4 | — | über 7,5 | 165 ca. | 11 |
| „ sacr. k | 15,5 | 12 | 9 | — | — | — | — | über 20 | — |
| „ „ l | über 13 | 10,5 | 7,5 | — | — | — | — | — | — |
| „ „ m | über 9 | 9,5 | über 7 | — | — | — | — | — | — |
| „ caud. n | 9 | 13,5 | 13,5 | 2,2 | 3,7 | 7 | über 16 | über 21 | 6,3 |

[1]) Es ist der Abstand der Mitte des Hinterrandes der Postzygapophyse vom Oberrande des Wirbelkörpers gemessen.

Maße der Brustrippen in cm.

| | Gesamtlänge | Länge des Halses | 1,5 dm unter dem Tuberculum breit | 1,5 dm unter dem Tuberculum dick |
|---|---|---|---|---|
| Rippe a . . . . | über 40 | über 6 | 4,4 | 1,4 |
| „ b . . . . | weit über 45 | „ 9 | 3,3 | 3,3 |
| „ c . . . . | über 83 | „ 10,5 | 3,2 | 3,3 |
| „ d . . . . | „ 55 | — | 4,2 | 2,8 |

## e) Brustrippen.

Taf. I, Fig. 13—15.

Reste von Halsrippen liegen leider nicht vor und von Brustrippen nur wenige mehr oder weniger unvollständige. Stets sind die Gelenkenden lädiert und fehlt das Ventralende. Es sind dreierlei Formen vorhanden.

1. Eine zweiköpfige kleine rechte Rippe a (Taf. I, Fig. 14) ist einfach gekrümmt und besitzt einen langen, im Querschnitt so ziemlich kreisförmigen Hals und ein etwas abgesetztes Tuberculum. Sie wird ventral von ihm ganz abgeplattet, in dem ventralen Bruchstücke aber, das sich infolge des Verlustes eines Zwischenstückes nicht mehr anfügen läßt, wird sie unten wieder im Querschnitte kreisförmig. Es handelt sich offenbar um eine vordere Brustrippe.

2. Zwei große rechte Rippen b und c (Taf. I, Fig. 15) und ein Stückchen unter dem Tuberculum einer linken haben ebenfalls nur eine einfache, ziemlich starke Krümmung und einen langen Hals. Dieser ist aber von vorn nach hinten abgeplattet, das Tuberculum springt sehr wenig vor und ventral davon ist der Querschnitt zunächst dreieckig mit gerundeter Vorder- und Innenkante und scharfer hinterer äußerer Kante, wobei die Außen- und Vorderseite etwas gewölbt, die Rückseite schwach konkav ist. Dann wird der Querschnitt ungefähr queroval und zuletzt fast kreisförmig. Es sind mittlere Brustrippen.

3. Eine einköpfige starke rechte Rippe d (Taf. I, Fig. 13) mit ovalem Tubercularende verhält sich unter diesem zunächst wie die vorigen ventral vom Tuberculum, dann wird sie im Querschnitt etwas längsoval und zuletzt etwas queroval. Es kann sich nur um eine hintere Brustrippe handeln, da die normalen Brustrippen der Dinosaurier ausgesprochen zweiköpfig sind. Der Wirbel h (Taf. II, Fig. 5) besitzt dieser Rippe entsprechend jederseits nur ein Gelenk am Ende der Diapophyse und bei i (Taf. II, Fig. 6) war dies wohl auch der Fall, wenn i überhaupt Rippen trug.

Von den zweiköpfigen Brustrippen von Megalosaurus Bucklandi, die Owen (1857, p. 12, 13, Taf. 4, Fig. 2, 3) beschrieb und abbildete, gleicht Fig. 3 im wesentlichen meiner Fig. 15 (Taf. I), aber der lange Hals und Schaft ist im Querschnitt deutlich verschieden. Auch Philipps (1871, p. 204, 205, Fig. LIX, 6, 7) beschrieb nur zweiköpfige Rippen jener Art, die sich von den vorliegenden dadurch unterscheiden, daß der Hals fast einen rechten

Winkel mit dem weniger gekrümmten Schaft bildet. Doch könnten diese Unterschiede auch darauf beruhen, daß die Rippen einer anderen Stelle des Rumpfes angehören.

Von Poikilopleuron Bucklandi sind von Deslongchamps (1838, p. 108—110, Taf. 5) zahlreiche Rippenstücke beschrieben und abgebildet, leider aber fast nur Mittelstücke und Ventralenden. Die einzige, ziemlich vollständige Rippe (l. c. Fig. 1) scheint auch in ihrem zylindrischen Ventralende meiner mittleren (Taf. I, Fig. 15) sehr ähnlich zu sein, nur hat sie deutliche Rauhigkeiten für Muskelansätze, was auf höheres Lebensalter jenes Originales schließen läßt. Weitere Rippen aber besitzen die Eigentümlichkeit, Ansatzstellen für Processus uncinati zu zeigen, wovon ich an meinem geringen Material nichts finden kann. Von Streptospondylus, Dryptosaurus, Ceratosaurus, Tyrannosaurus und anderen in Betracht kommenden Theropoden sind leider keine Brustrippen beschrieben. Es läßt sich also weder entscheiden, ob diese überhaupt systematisch brauchbare Unterschiede für unsere Form liefern, noch ob speziell das bei ihr festgestellte Vorkommen einköpfiger Rippen eine Besonderheit darstellt. Nach dem bisher über Theropoden bekannt Gewordenen ist letzteres allerdings anzunehmen.

### f) Seitliche Bauchrippen.

Taf. I, Fig. 2 und 4.

In der Mediane zusammenstoßende Gastralia liegen mir nicht vor. Neben etwa einem halben Dutzend Stücken kleiner Gastralia besitze ich nur ein ziemlich vollständiges größeres (Taf. I, Fig. 4 a, b). Es war ursprünglich wohl etwa 35 cm lang und ist im Querschnitt ungefähr oval (1,8 : 1,2 cm in der Mitte) und sowohl in der Richtung des großen wie des kleinen Durchmessers dieses Ovales ein wenig einfach gebogen. Die Enden laufen allmählich spitz zu. Das eine Ende ist einfach, nur zieht sich von ihm aus an der konkaven Schmalseite des Gastrale eine flache Furche bis gegen die Mitte hin (Taf. I, Fig. 4 a). Das andere Ende aber ist durch scharfe Kanten an der konkaven wie an der konvexen Schmalseite kompliziert, doch ist die etwas rückgebogene Endspitze selbst von Kanten frei. Von den Breitseiten des Gastrale ist die konvexe (Taf. I, Fig. 4 b) überall deutlich gewölbt, die konkave aber an dem letzteren Ende flach.

Bei der Zuspitzung der beiden Enden und bei deren Verschiedenheit kann es sich nur um eine seitliche Bauchrippe handeln. Die konkave Breitseite dürfte die innere, die konvexe die äußere = ventrale Seite sein. Sie würde also einem Os de stylet von Poikilopleuron (? = Megalosaurus) nach Deslongchamps (1838, p. 104, Taf. IV, Fig. 2 e e) entsprechen, doch sind diese S förmig gekrümmt oder bis auf die Enden fast gerade und besitzen anscheinend keine Kanten an einem Ende.

Die kleineren Stücke (Taf. II, Fig. 2 a, b) sind im Querschnitt im wesentlichen oval (1,2 : 0,8 cm etwa), schlank und bis über 20 cm lang. Ihre Enden sind fast stets abgebrochen, das eine Ende scheint jedenfalls spitz zuzulaufen; hier ist ihr Querschnitt eiförmig, gegen das andere Ende wird er durch Abplattung der Breitseite sehr stark oval. Die Stücke sind fast nur in der Ebene der Schmalseite gebogen und zwar deutlich S förmig. Eine solche Krümmung besitzen auch die meisten seitlichen Bauchrippen von Poikilopleuron nach Deslongchamps, l. c.

Die von ihm (1838, p. 100ff., Taf. IV) so ausführlich behandelten Bauchrippen von Poikilopleuron Bucklandi bieten also wohl Vergleichspunkte mit sämtlichen Stücken meines geringfügigen Materials, aber so kompliziert gebaute Stücke wie mein vollständigstes (Taf. I, Fig. 4 a, b) kamen bei seiner Gattung offenbar nicht vor. Von Tyrannosaurus rex kennt man aus der Beschreibung Osborns (1906, p. 295) leider nur die an die Mediane angrenzenden Stücke der Bauchrippen.

Jedenfalls bietet der Besitz von Bauchrippen nichts Besonderes unter den Theropoden dar, eine Spezialisierung könnte nur in der eben erwähnten Form seitlicher Stücke gesehen werden.

## g) Zusammenfassung der Ergebnisse.

Nach allen Vergleichen ergibt sich für die beschriebene Form folgende Diagnose:

Großer Theropode mit langem Unterkiefer, dessen Dentale vorn und hinten mäßig hoch, dazwischen niedrig ist und jederseits 15 kegelförmige Zähne trägt. Deren Kronen sind ziemlich gerade, im Querschnitt sehr wenig bis etwas längsoval, hinten und allermeist auch vorn mit einer glatten Kante versehen. Sie folgen sich in etwas ungleichen Abständen und sind in der Größe stark verschieden, indem der 2. bis 4. sehr groß, der 1. und 5. bis 10. sehr klein sind. Die oberen Zähne verhalten sich offenbar im wesentlichen ebenso, ihre Zahl und Stellung ist unbekannt, ebenso der Schädel.

Die wenigen bekannten Wirbelkörper des Halses und der freien Rumpfwirbel sind deutlich gestreckt und eingeschnürt sowie ausgesprochen opisthocöl und ohne ventrale Kiele oder Fortsätze. Die Halswirbel besitzen Hohlräume im Körper und Neuralbogen, und auf den Postzygapophysen starke Epapophysen. Die Rumpfwirbel haben eine Art Hyposphen, ihre Diapophysen je drei Stützlamellen und an mittleren Brustwirbeln auffällig kleine knopfförmige Parapophysen am Neuralbogen. Der Dornfortsatz der Halswirbel ist mäßig groß, rückgeneigt oder senkrecht, derjenige der freien Rumpfwirbel ziemlich gerade, seitlich platt, unten und oben verbreitert und abnorm hoch. Er wird an den hinteren freien Rumpfwirbeln immer höher, ist an den vorderen deutlich vorgeneigt, dann immer weniger, zuletzt schwach rückgeneigt, wahrscheinlich um einen sehr hohen Rückenhautkamm zu stützen.

Die mindestens drei innig verbundenen Sakralwirbel haben kürzere Körper als die freien Rumpfwirbel. Sie sind zwar gleichfalls deutlich gestreckt, eingeschnürt und nicht kantig, aber vorn nur sehr wenig gewölbt. Ihre Hinterenden und ihre Neuralbögen sind unbekannt, der Dornfortsatz des ersten war wahrscheinlich dem der letzten freien Rumpfwirbel sehr ähnlich. Ein vorderer Schwanzwirbel hat einen eingeschnürten, sehr kurzen Körper, der vorn tiefer konkav als hinten ist und hinten Chevrons trug. Seine Postzygapophysen bilden kein Hyposphen, die Diapophysen sind einfach ohne Stützlamellen, auch der Dornfortsatz ist einfach gestaltet, mäßig groß und nur sehr schwach rückgeneigt. Die Zahl der Wirbel der einzelnen Regionen ist unbekannt.

Die wenigen bekannten Brustrippen sind relativ schlank, nur vordere zum Teil platt, die meisten sind zweiköpfig mit sehr langem Hals, eine hintere ist einköpfig. Die Hals-

rippen und die Zahl der Rippen sind unbekannt. Es sind schlanke Bauchrippen vorhanden von unbekannter Zahl. Das übrige Skelett ist unbekannt.

Daß die so charakterisierte Form eine selbständige Stellung unter den Saurischia und speziell unter den Theropoda einnimmt, dürfte aus den angestellten Einzelvergleichen genugsam hervorgehen.[1]) Darnach rechtfertigt sich gewiß die Aufstellung einer neuen Gattung und Art, die ich nach dem auffälligsten Merkmale, den Processus spinosi der Rumpfwirbel, und nach dem Herkunftslande **Spinosaurus aegyptiacus** nenne. Dabei ist allerdings zu betonen, daß gerade die so in die Augen fallende ungewöhnliche Höhe der Dornfortsätze als systematisches Merkmal nicht überschätzt werden darf, denn der auf Seite 20 zum Vergleich herangezogene Chamaeleo cristatus erweist, daß hier womöglich nur ein Artmerkmal vorliegt, ja es wäre denkbar, daß männliche und weibliche Tiere in der Größe der Dornfortsätze sich wesentlich verschieden verhielten. Denn bei Chamaeleo montanus haben nur die männlichen Tiere einen von hohen Dornfortsätzen gestützten Kamm, die weiblichen überhaupt keinen, wie ich an Exemplaren selbst sehen konnte, die Herr Prof. L. Müller in der hiesigen zoologischen Sammlung mir gütigst zeigte.[2])

Andererseits kann die Eigenart der Zahnform gegenüber der Norm der Theropoden: das Fehlen der deutlichen Rückbiegung der Krone und der Kerbung von deren Kanten sowie von stärkerer Abplattung, sogar die Aufstellung einer besonderen neuen Familie, der Spinosauridae, rechtfertigen.

Sicher handelt es sich um eine hoch spezialisierte Form, wie nicht nur die Körpergröße sondern auch die Form des Oberrandes des Dentale, die Differenzierung in der Zahngröße und vor allem die Größe, Richtung und Form der Dornfortsätze der Rumpfwirbel beweist. Ob sie Nachkommen hatte, ist ganz unsicher, als Vorfahre könnten ähnliche Formen wie Streptospondylus, der nur aus dem Kallovien Westeuropas bekannt ist, in Betracht kommen. Antrodemus Leidy aus Grenzschichten von Jura und Kreide Colorados ist in seiner zahnlosen Symphyse zu eigenartig spezialisiert, um als Vorfahre in Betracht zu kommen, und das wenige über diese Gattung Bekannte erlaubt nicht festzustellen, ob irgend eine nähere Verwandtschaft zu unserer Form anzunehmen ist.

Zu Spinosaurus aegyptiacus gehören außer den beschriebenen Originalresten aus der Baharîje-Stufe teils mit Sicherheit teils mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit noch weitere Reste. Vor allem sind es einige opisthocöle Wirbel aus dem gleichen tiefsten Horizont p der Stufe und ebenfalls aus der Nachbarschaft des Gebel el Dist, ferner schlecht erhaltene opisthocöle Wirbel und Rippen vom Südhange des Gebel Maisâra sowie einige Zähne von dort, dann aber auch Teile des Extremitäten-Skelettes von den erstgenannten Fundstellen (Stromer 1914, p. 28, 29). Die Beschreibung dieser Reste verschiebe ich in der Hoffnung, daß nach dem Weltkriege, der auch in mein wissenschaftliches Unter-

---

[1]) Über eventuelle Beziehungen zu den Sauropoda möchte ich mich vor der Beschreibung der Extremitäten nicht verbreiten.

[2]) Hohe, zum Teil durch Dornfortsätze gestützte Rückenkämme kommen bei rezenten Lacertilia nicht selten vor, worauf schon Hofmann (1890, p. 467) hinwies, speziell bei Chamaeleo, Lophura, Basiliscus und Goniocephalus, wie mir Herr Prof. L. Müller zu zeigen die Freundlichkeit hatte.

nehmen in verhängnisvoller Weise eingriff, spätere Funde hier eintreffen und mir erlauben, mit größtmöglicher Sicherheit und Vollständigkeit den Skelettbau des merkwürdigen Dinosauriers und dann dessen systematische und stammesgeschichtlichen Beziehungen klarzulegen.

Die wichtige Frage, ob zugehörige Reste auch von anderen Fundorten bekannt sind, möchte ich einstweilen nur durch Wiederholung meines vorsichtigen Hinweises (1914, S. 42) auf Zahnreste von Djoua südlich von Tunesien beantworten. Aus dortigen Schichten, die er dem Albien zurechnete und die meiner Ansicht nach in Fazies und Alter der Baharije-Stufe entsprechen,[1]) beschrieb Haug (1905, p. 821, Taf. 17, Fig. 7, 8) einige Zähne, die er als fraglich der Fischgattung Saurocephalus zurechnete. Sie könnten nach Form und Größe zu Spinosaurus aegyptiacus gehören, nur ist ihre Pulpahöhle ziemlich weit, was aber damit zusammenhängen könnte, daß sie noch unausgewachsen sind. Der amphicöle, gestreckte Wirbelkörper, der am selben Orte gefunden wurde (Haug, l. c., p. 823, Taf. 17, Fig. 18), könnte einem hinteren Schwanzwirbel der gleichen Art zugehören, ist aber unbestimmbar. Auch die isolierten Zähne beweisen übrigens nicht allzuviel in systematischer Beziehung. Ich möchte nicht den Unfug mitmachen, der z. B. bei Megalosaurus getrieben wurde und leider noch in Schwang ist, daß auf jedes Zahnstück, welches vom Lias bis zur obersten Kreide irgendo in der Welt gefunden wird und das den Zähnen von Megalosaurus Bucklandi im wesentlichen gleicht, nicht nur das Vorkommen dieser Gattung, sondern auch noch das bestimmter Arten begründet wird.

---

[1]) 1914, p. 42 schrieb ich aus Versehen Aptien statt Albien.

## Angeführte Literatur.

Abel O., Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912.

Brown Barnum, A new Trachodont Dinosaur, Hypacrosaurus, from the Edmonton Cretaceous of Alberta. Bull. Amer. Mus. natur. hist., vol. 32, p. 395—406. New York 1913.

Buckland W., Notice on Megalosaurus or great fossil Lizard of Stonesfield. Trans. geol. Soc, Ser. 3, vol. 1, p. 390 ff. London 1824 (dem Verfasser nicht zugänglich).

Deslongchamps Eudes, Mémoire sur le Poikilopleuron Bucklandi etc. Mém. Soc. Linn. de Normandie, vol. 6, p. 37 ff. Paris 1838.

Case E. C., The dorsal spines of Chameleo cristatus. Science, N. S., vol. 29, p. 979. New York 1909.

— — Williston and Mehl, Permocarboniferous Vertebrates from New Mexico. Chicago 1913.

Cope C. Dr., Synopsis of the extinct Batrachia, Reptilia and Aves of North America. Trans. Amer. Philos. Soc., vol. 14, p. 1 ff. Philadelphia 1869.

Gaupp E., Beiträge zur Kenntnis des Unterkiefers der Wirbeltiere. Anat. Anz., Bd. 39, p. 97 ff. Jena 1911.

Haug E., Paléontologie in F. Foureau, Documents scientifiques de la mission saharienne, vol. 2, p. 814 ff. Paris 1905.

Hay O. P., On certain genera and species of carnivorous Dinosaurs with special reference to Ceratosaurus nasicornis Marsh. Proc. U. St. nation. Mus., vol. 35, p. 351 ff. Washington 1908.

Hofmann C. K., Reptilien, II. Eidechsen und Wasserechsen. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. 6, Abteil. 3. Leipzig 1890.

Huene F. v., Die Dinosaurier der europäischen Triasformation. Geol.-Paläont. Abhandl., Suppl.-Bd. 1. Jena 1907/8.

— — Nachträge zu meinen früheren Beschreibungen triassischer Saurischia. Ebenda, N. F., Bd. 13, p. 69 ff. Jena 1914.

Hulke J. W., Note on Poikilopleuron Bucklandi of Eudes Deslongchamps, identifying it with Megalosaurus Bucklandi. Quart. Journ. geol. Soc., vol. 35, p. 233—238. London 1879.

Janensch W., Übersicht über die Wirbeltierfauna der Tendaguruschichten, nebst einer kurzen Charakterisierung der neu aufgeführten Arten von Sauropoden. Archiv für Biontol., Bd. 1, Heft 1. Berlin 1914.

Lambe L. W., The lower jaw of Dryptosaurus incrassatus Cope. Ottawa Naturalist, vol. 27, p. 133—139. Ottawa 1903.

— — On Dryptosaurus incrassatus Cope, from the Edmonton series of the NW Territory. Contrib. to Canad. Palaeont., vol. 3. Ottawa 1904.

Leidy J., Contributions to the extinct Vertebrate fauna of the western Territories. Hayden: Report U. St. geol. Surv. Territ., vol. 1, Pt. 1. Washington 1873.

Lydekker R., On the remains and affinities of 5 genera of mesozoic Reptiles. Quart. Journ. geol. Soc., vol. 45, p. 41—59. London 1889.

Marsh O. C., Principal characters of american jurassic Dinosaurs. Pt. VIII: The order Theropoda. Amer. Journ. Sci., vol. 27, p. 329—340. New Haven 1884.

— — The Dinosaurs of North America. 16. Ann. Rep. U. St. geol. Surv. Washington 1896.

Nopcsa Fr., Notes on british Dinosaurs. Pt. III: Streptospondylus. Geol. Magaz., Dec. 5, vol. 2, p. 289 bis 293. London 1905.

— — Zur Kenntnis des Genus Streptospondylus. Beitr. z. Paläont. u. Geol. Österr.-Ung. Bd. 19, p. 59 ff. Wien 1906.

Osborn H. F., Tyrannosaurus, upper cretaceous carnivorous Dinosaur (2. comm.). Bull. Amer. Mus. natur. hist., vol. 22, p. 281—296. New York 1906.

— — Crania of Tyrannosaurus and Allosaurus. Mem. Amer. Mus. natur. hist., N. S., vol. 1, Pt. 1. New York 1912.

Owen R., Monograph of the fossil Reptilia of the Wealden and Purbeck formations. Pt. 2 und 3: Dinosauria: Iguanodon und Megalosaurus. London 1855 und 1857.

Phillips J., Geology of Oxford and the valley of the Thames. Oxford 1871.

Riggs E. S., Structure and relationships of opisthocoelian Dinosaurs. Pt. I Apatosaurus Marsh. Field Columbian Mus. Publ. 82, Geol. Ser., vol. 2, Nr. 4. Chicago 1903.

Stromer E., Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. I. Die Topographie und Geologie der Strecke Gharaq-Baharîje etc. Abhandl. K. Bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., Bd. 26, Nr. 11. München 1914.

Woodward A. Smith, On the skull of Megalosaurus from the great Oolite of Minchinhampton. Quart. Journ. geol. Soc., vol. 66, p. 111—114. London 1910.

## Tafel-Erklärung.

### Tafel I.

Figur 1 bis 4, 6 und 12 bis 19 ist in 1/6, Fig. 5 und 7 bis 11 in 1/2 nat. Gr. gezeichnet.

Fig. 1a, b. Vorderer Schwanzwirbel n von hinten und von rechts. (S. 22)

Fig. 2a, b. Stück einer kleinen seitlichen Bauchrippe von ihrer Schmal- und Breitseite. (S. 26)

Fig. 3a, b. ? Linkes Angulare von innen und außen nebst Querschnitt der Bruchfläche des dickeren Endes. (S. 6)

Fig. 4a, b. Seitliche Bauchrippe von ihrer konkaven Schmalseite und ihrer konvexen Breitseite nebst ihrem Querschnitte in der Mitte. (S. 26)

Fig. 5a, b, c. Kleinster Zahn (6. bis 10. unten links) von hinten, innen und quer durch seine Kronenbasis, 1/2 nat. Gr. (S. 9)

Fig. 6. Linker Unterkieferast von innen mit nach rechts und nach den isolierten Zähnen ergänztem Gebiß und mit nach rechts ergänztem hinteren Teile des Dentale. (S. 4) Der 5. Zahn ist zu groß gezeichnet.

Fig. 7a, b, c. Erster linker unterer Zahn von außen, hinten und quer durch die Kronenbasis, 1/2 nat. Gr. (S. 8)

Fig. 8. Zweitgrößter isolierter Zahn (wohl 2. bis 4. oben rechts), Querschnitt durch die Kronenbasis, 1/2 nat. Gr. (S. 9)

Fig. 9. Größter isolierter Zahn (wohl 2. bis 4. oben links) von außen, 1/2 nat. Gr. (S. 9)

Fig. 10a, b, c. Mittelgroßer, wahrscheinlich hinterer Zahn (oben links) von innen, vorn und quer durch die Kronenbasis, 1/2 nat. Gr. (S. 10).

Fig. 11a, b, c. Mittelgroßer, wahrscheinlich hinterer Zahn (oben rechts) von außen, vorn und quer durch die Kronenbasis, 1/2 nat. Gr. (S. 10)

Fig. 12a, b. Rechter Unterkieferast von außen und oben. (S. 4)

Fig. 13. Einköpfige rechte Rippe d von hinten mit Querschnitt in Mitte. (S. 25)

Fig. 14. Zweiköpfige platte rechte vordere Rippe a von hinten mit Querschnitt durch den Hals und durch die Mitte. (S. 25)

Fig. 15. Zweiköpfige große rechte Rippe c von hinten mit Querschnitt durch den Hals und durch die Mitte. (S. 25)

Fig. 16a, b, c. Kreuzbeinwirbel k, l, m von rechts, Vorderseite des Körpers k und Stück des Neuralbogens und Dornfortsatzes des k von rechts. (S. 22)

Vordere Brustwirbel von rechts. (S. 14)

Fig. 17. Neuralbogen mit Dornfortsatz c.

Fig. 18. „ „ „ d.

Fig. 19. „ „ „ e.

### Tafel II.

Alle Figuren sind in 1/6 nat. Gr. gezeichnet.

Fig. 1a, b. Neuralbogen eines vorderen Halswirbels a (? Axis) von hinten und von rechts. (S. 12)

Fig. 2. Mittlerer oder hinterer Halswirbel b von rechts. (S. 12)

Fig. 3a, b. Mittlerer Brustwirbel f von rechts und von vorn. (S. 14)

Fig. 4a, b, c, d. Mittlerer Brustwirbel g von hinten und rechts, sein Körper von unten und oben. (S. 14).

Fig. 5a, b. Hinterer freier Rumpfwirbel h von rechts und sein Neuralbogen mit dem unteren Teile des Dornfortsatzes von hinten. (S. 14)

Fig. 6. Hinterer freier Rumpfwirbel i von rechts. (S 14)




Ant. Birkmaier gez.



Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.




Ant. Birkmaier gez.



Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 4. Abhandlung

---

Über die

# systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

## II. Teil:

## Über Cryptozoon, Eozoon und Atikokania

von

**August Rothpletz.**

Mit 8 Tafeln.

Vorgetragen am 4. März 1916

---

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

# Einleitung.

Im ersten Teile dieser Arbeit habe ich auf Grund einer 1913 von mir gesammelten Fauna festgestellt, daß die obersten Schichten der von Walcott als präcambrisch angesehenen Beltformation Montanas in Wirklichkeit dem unteren Cambrium angehören. Es besteht somit nur noch für die tieferen Beltschichten die Möglichkeit eines präcambrischen Alters. Aber die Versteinerungen, die man bis jetzt in ihnen gefunden hat, sind so unbestimmte Art, daß sie für die Altersfrage keine Entscheidung bringen können. Höchstens von den Cryptozoen, die nach Walcott an mehreren Stellen in größeren Mengen vorkommen, wäre eine Aufklärung zu erwarten gewesen, wenn diese Körper wirklich wenigstens generisch mit dem typischen Cryptozoon proliferum aus dem oberen Cambrium als identisch angesehen werden dürften, was aber mangels einer mikroskopischen Analyse nicht der Fall ist. Ich beabsichtigte deshalb 1913 mir genügendes Material von diesen Cryptozoen zu verschaffen, um durch mikroskopische Untersuchung Einsicht in ihre Struktur gewinnen zu können. Von dem klassischen Fundplatz bei Saratoga habe ich auch reiches Material mitgebracht; aber in den Beltschichten fand ich nichts und zu dem Cryptozoon occidentale der Chuarschichten im Grand Canyon konnte ich leider nicht vordringen, so daß ich von „präcambrischen" Cryptozoen nur die aus den Steeprockschichten untersuchen konnte, deren Vorkommen Walcott 1912, wenn auch mit zwei Fragezeichen, erwähnt hat. Sie liegen dort in einem Kalksteinzug, der unmittelbar an laurentischen Granit angrenzt. Er gilt deshalb als archäisch und könnte somit sehr wohl ein Zeitgenosse sein jenes Marmorlagers in den Grenvilleschichten des östlichen Canadas, das durch sein Eozoon einstmals so berühmt geworden, dann aber wieder in ein bescheidenes Halbdunkel zurückfiel, nachdem durch die vereinten Kräfte der Zoologen und Petrographen das Eozoon als Organismus eine ehrenvolle Bestattung erhalten hatte. Die eigenartige Bänderung war es hauptsächlich gewesen, die zu dem Glauben Veranlassung gegeben hatte,

das Eozoon sei ein versteinertes Tier aus der Verwandtschaft der Foraminiferen oder der Stromatoporiden. In dem Steeprockkalkstein Westcanadas, der eine so tief gehende Marmorisierung wie der Eozoonkalk nicht erfahren hat, sind durch Lawsons Entdeckung wirkliche Versteinerungen aus der Gruppe der Stromatoporiden jetzt nachgewiesen, die ebenfalls eine eigenartige Bänderung zeigen. Könnte dies nicht vielleicht beweisen, daß auch die Eozoonbänderung organischen Ursprungs und nur durch spätere Metamorphose des ganzen Gesteins in ihrer chemischen Beschaffenheit verändert worden ist? Walcott hat diesen Gedanken wirklich ausgesprochen. Sollte das Eozoon sich damit von neuem aus seinem Grabe erheben, in das wir es so zuversichtlich gelegt hatten? Seinen Hauptfundort bei Côte St. Pierre habe ich 1906 besucht und einen großen Block von dort mitgenommen, der vorzüglich geeignet ist, die wahre Natur des Eozoon zu enthüllen. Seine Untersuchung hat ergeben, daß das Eozoon als Fossil keine Auferstehung feiern kann.

Für die Stoffanordnung dieses zweiten Teiles ergab sich ganz von selbst eine Dreiteilung. Zuerst haben wir uns mit dem typischen Cryptozoon zu beschäftigen, dann mit dem Eozoon und zuletzt mit dem Cryptozoon des Steeprockkalkes, sowie mit der es begleitenden interessanten Atikokania.

## I. Cryptozoon.

Der Name Cryptozoon ist in Nordamerika gegeben worden. In Europa hat er noch keine Anwendung gefunden; sei es deshalb, weil die Versteinerungen, auf welche dieser Name paßt, hier nicht vorkommen, sei es weil dieselben andere Namen erhalten haben, was an sich gar nicht erstaunlich wäre, weil ja in Amerika selbst über die Natur und Beschaffenheit der Cryptozoen erhebliche Meinungsverschiedenheiten existieren und in den wenigsten Lehr- und Handbüchern der Paläontologie dieser Name bisher Aufnahme gefunden hat.

Der Erste, welcher diese dem Namen zugrunde liegenden Körper beachtet und beschrieben hat, war Dr. John H. Steele[1]) in Saratoga Springs im Staate New York. Er hat sie anläßlich der Feststellung, daß in der Grafschaft Saratoga die Ooliticformation reich an Oolithen vorkomme, gut beschrieben, aber mangelhaft abgebildet. Er schreibt; „Auf und nahe der Straße, welche von Greenfield über die Rowlandstraße nach Ballstonspa führt, ist bei der Farm von Deacon Wood (jedenfalls derselben, welche jetzt als

[1]) Sillimans Americ. Journal of Science and Arts. Vol. 9 1825 S. 16 Taf. II.

Hoytfarm bezeichnet wird) eine Reihe von horizontalen Gesteinsbänken aufgeschlossen, an welchen die charakteristische Eigenart dieser Formation gut ausgeprägt und leicht zu studieren ist. Eine dieser Bänke zeigt ein höchst eigentümliches Aussehen, das bis jetzt, soweit mir bekannt, noch nie beobachtet und beschrieben worden ist. Die Oberseite jener Bank ist im Norden und Süden der Bank, unter welche sie sich deutlich hineinzieht, auf mehrere Ruthen vollkommen freigelegt. Sie ist ungefähr 2' dick und schließt durchweg eine große Anzahl von Kalkkonkretionen seltsamer Struktur ein. Die meisten von ihnen sind halbkugelförmig, viele auch ganz kugelig. Ihr Durchmesser wechselt zwischen 1/2 Zoll und 2'. Ganz deutlich sind sie aus annähernd parallelen und vollkommen konzentrischen über einanderliegenden Lagen zusammengesetzt, welche eine dichte Textur und dunkel blaue bis schwarze Farbe haben und durch hellere Zwischenlagen mit einander verbunden sind. Sie sind körnig oder stalaktitisch, sehr dünn und ich habe in einem Falle deren mehr als 100 gezählt. Zerschlägt man das Gestein, dann fallen diese Gebilde ganz heraus. Sie können aber dadurch, daß man sie auf den Felsboden wirft, leicht kleiner gemacht werden, wobei sich die konzentrischen Schalen leicht ablösen, ohne daß sich die Form des Ganzen verändert. Diese interessanten Konkretionen scheinen nur auf diese eine Bank beschränkt zu sein, welche aber die Oolithbänke in ihrer ganzen Ausdehnung begleitet und unzweifelhaft nur eine Varietät derselben ist. Denn die charakteristischsten Oolithe liegen unter ihr und die weniger charakteristischen sind darüber angehäuft".

Steele hatte somit die Eigenart dieser Versteinerungen richtig erkannt. Nur hielt er sie für auf anorganischem Wege entstandene Konkretionen und es dauerte noch 55 Jahre, bis James Hall[1]) dieselben für tierische Versteinerungen erklärte und sie mit dem Namen „Cryptozoon" belegte, wodurch er allerdings gleichzeitig die Tatsache zum Ausdruck brachte, daß er über die wahre Beschaffenheit dieser Tiere nichts wußte. Gleichzeitig hat sich im Jahre 1880 auch W. Dawson eingehend mit ähnlichen Formen beschäftigt, darüber aber, wie es scheint, erst viel später (1897 u. 98)[2]) etwas veröffentlicht. Er kannte damals schon das Cryptozoon minnesotense, das Winchell[3]) erst 1885 bekannt gab. Es scheint, daß Dawson die mikroskopische Struktur

---

[1]) Hall, James, Cryptozoon proliferum nov. gen. et sp. New York State Mus., 36 th. Ann. Rep. 1884.

[2]) Dawson, W., Notes of Cryptozoon and other ancient fossils. Canadian Record of Science, Vol. VIII, Nr. 4, pp. 203—219 with figures und Brief von Dawson, geschrieben an Walcott 1883, veröffentlicht 1898.

[3]) Winchell, N. H., Cryptozoon minnesotense. Minnesota Geol. and Nat. Hist. Survey, Vol. 14, p. 313. pl. i.

dieser Körper am eingehendsten von allen studiert hat und er äußerte die Meinung, daß alle diese Cryptozoen näher mit Stromatocerium als mit anderen Stromatoporiden verwandt seien. Dieses Stromatocerium war 1848 von Hall[1]) als eine Koralle aus dem Black river limestone beschrieben worden. Nicolson versetzte dasselbe aber 1878 zu den Stromatoporiden. Die vollständige Abwesenheit der vertikalen Röhren bei den Cryptozoen beweist, daß eine engere Verwandtschaft gerade mit diesem Genus nicht besteht und läßt vermuten, daß Dawson die mikroskopische Struktur des typischen Cryptozoon proliferum nicht genügend kannte. Wie dann die Anschauungen über das Cryptozoon im Kreise der amerikanischen Paläontologen sich weiter entwickelt haben, ist mir im einzelnen nicht bekannt. Manche der Veröffentlichungen darüber sind mir nicht zugänglich geworden. Ich begnüge mich deshalb mit der Feststellung, daß Dana in seinem Manuel of Geology 1896 sagt: „das Cryptozoon proliferum gehört, wenn es überhaupt organisch ist, zu den Hydrozoen", und daß Grabau 1909 (Nordameric Index fossils S. 46) Cryptozoon ohne weitere Einschränkung zu den Stromatoporiden stellt, mit der Diagnose „Coenosteum of irregular concentric laminae, traversed by minute canals wich branch and anastomose irregularly. No astrorhize. Cambrian and Ordovician". Im Gegensatz dazu spricht sich Wieland[2]) für die pflanzliche Natur des Cryptozoen aus, das er als Cryptophycus bezeichnen möchte auf Grund von sporangienähnlichen Gebilden, die er im Cryptozoon proliferum gefunden zu haben glaubte. Also selbst mit Bezug auf die typische Art besteht noch immer vollständige Meinungsverschiedenheit bei den amerikanischen Autoren. Bei den meisten der bisher beschriebenen zehn Arten liegt jedoch eine genaue mikroskopische Analyse gar nicht vor, so daß eine begründete Auffassung derselben, sei es als Tiere, sei es als Pflanzen, sei es als Konkretionen damals noch unmöglich war. Meine Absicht ging deshalb 1913 dahin, authentisches Material von Cryptozoon proliferum zu sammeln, um einen mikroskopischen Vergleich mit dem Cryptozoon occidentale aus der Chuarformation durchführen zu können. Da ich aber von dieser präcambrischen Art aus den schon im I. Teil angegebenen Gründen kein Material habe sammeln können, muß ich mich in der mikroskopischen Untersuchung vorerst auf die Formen von Saratoga Springs beschränken. Doch werde ich im Anschluß an die Beschreibung von Atikokania eine neue Cryptozoon-Art vom Steeprocklager noch zu schildern haben.

---

[1]) Nat. hist. of New York Poläontol. Vol. I 1848 S. 48 Taf. 12 Fig. II.

[2]) Wieland G. R., Notes on Ozarkian seaweeds and Oolites. Bull. of Americ. mus. of nat. hist. Vol. 33 1914 S. 237—260.

### A. Die Cryptozoen von Saratoga Springs im Staate New York.

Den von Steele entdeckten Fundort habe ich 1913 besucht. Ich erfreute mich dabei der Begleitung des Dr. Ruedemann aus Albany, dem ich zu größtem Danke verbunden bin, da ich unter seiner sachverständigen Führung die wichtigsten Fundplätze an einem Tage besuchen und ausbeuten konnte. Auch dem Direktor des Staatsmuseums in Albany, Herrn Clarke, möchte ich bei dieser Gelegenheit für seine Unterstützung meinen Dank aussprechen. Das große Material von Cryptozoen, welches dort liegt, konnte er mir freilich nicht zugänglich machen, weil das Museum gerade im Umbau begriffen war. Leider ist auch erst nach meinem Besuche von Saratoga die geologische Karte dieser Gegend, aufgenommen von Cushing,[1]) erschienen. In den Erläuterungen dazu, worauf ich ganz besonders hinweisen möchte, findet man gute photographische Abbildungen der Hauptfundorte.

Ich fasse die Ergebnisse dieser Arbeit und meine eigenen Beobachtungen wie folgt zusammen: die obercambrischen Schichten liegen auf den stark metamorphisierten und von granitischen Intrusionen durchsetzten Schiefern, Quarziten und Kalksteinen der Grenville Serie, deren genaueres Alter unbekannt ist. Die cambrischen Schichten beginnen mit Sandsteinen, die an ihrer Basis ein Konglomerat einschließen und nach oben mit Dolomitbänken in Wechsellagerung treten. Darüber liegen die schwarzen oolithischen Kalke mit Cryptozoon und stellenweise auch dolomitische Bänke. Cushing gliedert alle diese Schichten in: 1. Die Potsdamformation (50—100′), 2. in die Theresaformation (50′) und 3. in den Hoytlimestone (100′); darüber soll noch die Littlefallsformation (300—400′) liegen, die aus massigen, unregelmäßig geschichteten grauen Dolomiten besteht, und in der eine von Cryptozoon proliferum verschiedene und besonders stark silifizierte Form vorkommt, die er auf Tafel 10 abgebildet, aber nicht benannt hat. Die unmittelbare Auflagerung dieser letztgenannten Schichten über dem Hoytkalkstein habe ich nicht gesehen. Dr. Ruedemann hat mich zu dem etwas abgelegenen Fundorte der neuen Art geführt, doch konnte ich dort weder den massigen grauen Dolomit, noch das Liegende desselben beobachten. In diesen vier obercambrischen Stufen kommt Lingulella acuminata nur in I und II und außerdem Ptychoparia Matheri Walc. vor. Nur in III kommen vor: Dicellocephalus Hartli und tribulis, Lonchocephalus calciferus, Agraulos saratogensis, Pelagiella hoyti und minutissima, Mathewia variabilis, Matherella saratogensis und Tribli-

[1]) H. B. Cushing und Ruedemann, Geology of Saratoga Springs and Vicinity. Mus. of the State of New York. Bull. Nr. 560. Albany 1914.

dium cornutiforme. Die nächst jüngeren Schichten bezeichnet Cushing als Amsterdam-Kalkstein. Sie entsprechen nach ihm aber weder den Beekmantown- noch den Chazyschichten, sondern stellen einen Horizont der jüngeren Blackrivergruppe dar, über der der Trenton-Kalk liegt. Es besteht eine zwar nicht sehr bedeutende, aber doch ganz deutliche Diskordanz zwischen diesem Amsterdam-Kalk und den obercambrischen Schichten. Die Angabe von Grabau und Shirmer,[1]) daß Cryptozoon proliferum im Staate New York im Beekmantowns Horizont, also im unteren Ordovician liege, ist demnach zu korrigieren. Nach Cushing kommen die Beekmantowns Schichten hier überhaupt nicht vor. Ich habe die Cryptozoen an vier Fundplätzen kennen gelernt. Der erste und hauptsächlichste liegt unmittelbar bei der Hoytfarm, ungefähr 5 km westlich von Saratoga Springs. Eine Kalkbank, in der Stock neben Stock liegt, von denen manche eine Ausdehnung bis zu $^1/_2$ m haben, ist auf dem freien Platze, unmittelbar neben der Farm entblößt. Sie zieht sich in den Hang gegen Westen hinein und ist dort früher durch einen Steinbruch aufgeschlossen gewesen. Höher hinauf im Hangenden habe ich in dem dunklen oolithischen Kalkstein nur wenige Cryptozoen gefunden. Der Kalk wird sehr kieselig und schließt zu oberst zahlreiche Reste von Trilobiten ein. Die Gesamtmächtigkeit beträgt ungefähr 10 m. Dieser reiche Fundplatz ist neuerdings unter dem Namen Laster Park in das Eigentum des Museums des Staates New York übergegangen und so vor Zerstörung geschützt.[2])

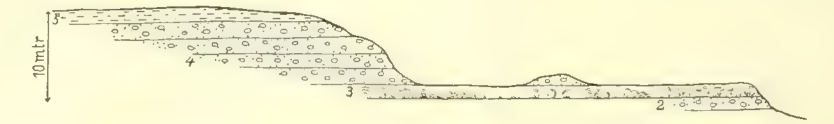



Fig. 1. Profil bei der Hoytfarm. Zahlenerklärung siehe Fig. 2.

Nimmt man den Fahrweg von der Farm nach Norden, so erreicht man alsbald in einer Entfernung von ungefähr 700 m ein kleines Tälchen. Rechts am Weg liegt ein alter kleiner Steinbruch (Fig. 2); darin sind 3 m mächtige, oolithische Kalksteine aufgeschlossen, über denen die Cryptozoonbank liegt, welche mit der von der Hoytfarm identisch ist. Das Liegende besteht aus Sandsteinbänken.

Immer weiter nach Norden gehend, kreuzt man alsbald die Eisenbahnlinie von Greenfield. Einige 100 m östlich ist in dem Einschnitt dieser Bahnlinie folgendes Profil erschlossen:

---

[1]) North American index fossils. 1909. Vol. 1 S. 46.

[2]) University of the State of New York, Bulletin Nr. 601. Albany 1915 S. 18.

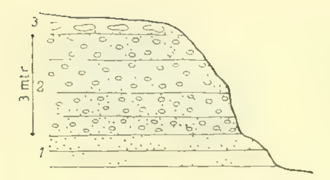



Fig. 2. Profil nördlich der Hoytfarm.
1. Sandstein, 2. oolithischer Kalkstein, 3. Cryptozoonbank, 4. oolithischer Kalkstein,
5. Trilobitenreicher Kalkstein.

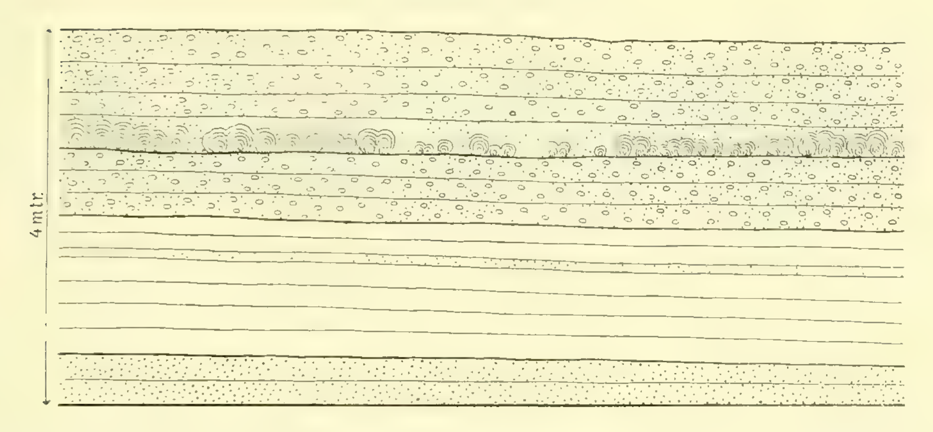



Fig. 3. Profil im Greenfielder Eisenbahneinschnitt. Zu unterst Sandstein, darüber Dolomit mit einer Sandsteineinlagerung. Zu oberst oolithischer Kalkstein mit einer Cryptozoonbank.

Zu unterst liegen Sandsteine, darüber 2 m Dolomitbänke, die mit solchen von Sandstein wechsellagern, darüber 2 m sandige oolithische Kalksteine mit einem Cryptozoonlager. Die Stöcke sind kleiner, als bei der Hoytfarm und gänzlich dolomitisiert. Es ist nicht sicher, aber sehr wahrscheinlich, daß dieses Cryptozoonlager tiefer liegt, als das der Hoytfarm. Nach Cushings Gliederung könnte man versucht sein, es in die Theresa-Formation zu stellen. Der vierte Fundplatz endlich, liegt etwa 2½ km im Süd-Westen der Hoytfarm. Er besteht aus einer Oberflächenentblößung auf einem flachen Hügel, etwa 1 km nördlich von North-Milton. Über sein Altersverhältnis zu den Hauptkalkseinen habe ich mir ein Urteil nicht bilden können. Es scheint, daß die Oolithe hier fehlen. Dolomit habe ich auch keinen gesehen, der für die Littlefalls-Formation charakteristisch sein soll, in die gleichwohl Cushing dieses Cryptozoon stellt und das demnach jünger wäre, als das Cryptozoon des Hoytkalksteins. Es liegen also drei verschiedene Cryptozoon Horizonte vor, und nach dem makroskopischen Befunde schien es mir so, als ob im ganzen vier verschiedene Cryptozoen-Formen darin zu unterscheiden wären,

nämlich: die großen flachen Kuchen von North-Milton, die typische Prolifera-Form und eine blumenkohlartige Varietät, so wie endlich die kleineren dolomitischen Stöcke im Eisenbahneinschnitte. Auch die mikroskopische Untersuchung, über die ich jetzt berichten kann, hat ergeben, daß es in der Tat notwendig ist, diese vier Formen aus einander zu halten; aber die blumenkohlartige Varietät muß aus dem Genus Cryptozoon ausscheiden. Die dolomitische Form hingegen gehört zwar zu diesem Genus, sie hat aber die charakteristische Struktur bei der Umwandlung in Dolomit gänzlich eingebüßt, so daß eine genauere Artbestimmung ausgeschlossen ist. Es bleibt somit nur die typische Hoytform übrig, welche das echte Cryptozoon proliferum darstellt und jene andere von North Milton, die jener zwar recht ähnlich ist, aber doch auch Unterschiede zeigt, so daß ich ihr den Namen: „Cryptozoon Ruedemanni“ geben will, in der Erwartung, daß sie vielleicht für einen etwas jüngeren Horizont charakteristisch sein könne.

### 1. Cryptozoon proliferum Hall.

(Tafel I Fig. 1—4 und Tafel II Fig. 2—4.)

Der Speziesname dieses Fossiles ist sehr gut gewählt. Auf dem sandigen und oolithreichen Boden entsteht zuerst ein kleines Lager, das in die Höhe weiter wächst. Wiederholt wird es bei diesem Wachstum von Sandlagen überschüttet, die es aber immer wieder von den frei gebliebenen Stellen her überwuchert, so daß der ganze Stock am Ende aus mit dünnen Sandlagen wechselnden Kalklagen besteht. Wo sich benachbarte Stöcke berühren, können sie zusammenwachsen und werden dann von weiteren gemeinsamen Lagen umhüllt, die schließlich unter Umständen sehr viele solcher kleiner Stöcke umschließen. Die größeren Cryptozoonstöcke sind alle aus kleineren zusammengesetzt und zeigen eine sehr merkwürdige und scheinbar recht verwickelte Anordnung ihrer Kalklagen, wie sich aus den angeführten photographischen Abbildungen bei Cushing[1]) ergibt. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß es sich bei diesen Aufnahmen um von oben her stark abgewetzte Stöcke handelt, die somit nicht mehr ihre ursprüngliche Oberfläche zeigen, sondern in verschieden tiefe Lagen einen Einblick gestatten. Auch die Stöcke, welche man lose auf den Feldern findet, sind durchweg stark abgearbeitet, und zwar auf allen Seiten, so daß es sehr schwierig wird, sich eine zutreffende Vorstellung von der Form der unversehrten Stöcke zu bilden. Bei kleinen Exemplaren jedoch kann man feststellen, daß die aus wechselnden Kalk- und Sandlagen

[1]) Siehe auch Walcott, Smithson, Misc. Coll. Vol. 57 Nr. 9 (1912) und Vol. 64 Nr. 2 (1914).

bestehenden Anwachszonen blasenförmig entwickelt sind und daß infolge dessen die unversehrten Stöcke annähernd so hoch wie breit sind. Im Einzelnen freilich ist die Oberfläche der blasenförmigen Zonen wellig vertieft und pustelförmig erhöht. Es entspricht das den Unregelmäßigkeiten des organischen Wachstums, wie das in gleicher Weise bei vielen Kalkalgen und kolonienbildenden Tieren der Fall ist. Die konzentrischen Ringe also und die mehrere Ringsysteme zusammenschließenden Ringe, welche auf der Oberfläche der angewitterten Cryptozoen so auffällig hervortreten und ihnen ein so merkwürdiges Aussehen verleihen, stellen somit nur den zufälligen Ausstrich der konzentrischen Anwachslagen auf der Anwitterungsfläche dar. Würde man diese Tatsache übersehen, so müßte man zu einer ganz verkehrten Vorstellung über den Aufbau dieser Cryptozoonstöcke gelangen. Wie die ganz großen Stöcke, bei denen die Breitenausdehnung die der Höhe weit übertrifft, zusammengesetzt sind, ist mir nicht vollständig klar geworden, weil der Steinbruchbetrieb eingestellt ist und ganz unversehrte Stöcke mithin zur Zeit dort nicht mehr gewonnen werden können. Gleichwohl habe ich den Eindruck erhalten, als ob die großen und flachen Stöcke aus dem seitlichen Zusammenwachsen einer Anzahl kleinerer Stöcke entstanden seien, welche durch die vereinigten äußersten Anwachszonen der früher getrennten Individuen wie durch ein gemeinsames Band umschlungen werden. Solche Kolonien erreichen Größen von 1—3 Handspangen, doch habe ich auch solche gesehen, die bei einer Breite von einer Spanne 2 m Länge hatten.

Auch im Dünnschliff erscheint der Bau dieses Cryptozoon keineswegs einfach und es ist nicht leicht sich ein klares Bild von demselben zu machen. Es kommt dies daher, daß die Kalkstöcke während des Versteinerungsvorganges und auch nachher noch von nicht unerheblichen Veränderungen betroffen worden sind. Gänge und Lagen von körnigen Dolomitaggregaten durchsetzen die Stöcke oft in recht unregelmäßiger Anordnung, oft auch in scheinbar gleichförmiger Einlagerung und außerdem sind fast stets in den Kalklagen einzelne Dolomitrhomboëder eingesprengt. Dazu kommen noch Drucksuturen, die als dunkle Zickzacklinien in regelloser Weise durch das Gestein hindurchziehen. Da dies alles spätere, nachträgliche Bildungen sind, so will ich sie zuerst besprechen und mit der jüngsten derselben beginnen.

### a) Die Drucksuturen.

Sie kommen nicht nur innerhalb der Cryptozoonstöcke vor, sondern sie durchschwärmen ebenso die angrenzenden und jene einschließenden oolithischen Kalksteine. Sie sind so minutiös, daß man ihre Anwesenheit meist erst im

Dünnschliff erkennen kann. Ihre Auszackungen erreichen nur selten die Größe einer Millimeters, aber stets sind sie von einem dunklen Belag begleitet, der ihre Auffindung sehr erleichtert. Ihr Verlauf ist ganz unregelmäßig und zeigt keinerlei Beziehungen zur lagenförmigen Struktur des Cryptozoon. Daß auf ihnen chemische Auflösungen der Karbonate stattgefunden haben, wobei die unlöslichen Bestandteile in Form jenes dunklen Belages zurückblieben, ist zweifellos und zeigt sich besonders deutlich da, wo Dolomitrhomboëder an die Suturflächen anstoßen. Deren regelmäßige Krystallumriße sind auf dieser Seite verschwunden und die Rhomboëder erscheinen wie ausgefranst oder angeäzt. Dieselben Erscheinungen zeigen auch die Oolithe im Nebengestein und sie haben im Kontakte mit den Drucksuturen ihre regelmäßig rundliche Form verloren. Wo solche Suturlinien auf der Grenze zwischen Cryptozoon- und Quarzsandlagen verlaufen, greifen letztere ganz deutlich zackenförmig in erstere herein und nicht selten häufen sich solche Suturlinien auf engem Raume derart, daß aus den ursprünglich einfach mit einander wechsellagernden Sand- und Cryptozoonbändern ein regelloses Mosaik geworden ist. (S. Taf. I Fig. 2.)

### b) Die Dolomitisierung.

Die Cryptozoonstöcke sowohl, als auch die oolithischen Kalksteine überhaupt, brausen in verdünnter Salzsäure lebhaft auf und erweisen sich dadurch als Kalkgebilde. Auf angeschliffenen Flächen jedoch zeigt es sich, daß gewiße Teile des Gesteins von der Salzsäure nicht angegriffen werden und als helle weiße Punkte oder unregelmäßige Flecken aus der angeätzten Fläche herausragen. Vergleicht man solche angeätzte Flächen mit den von denselben gewonnenen Dünnschliffen, dann läßt sich leicht feststellen, daß jene aufragenden Teile genau den eingesprengten Dolomitrhomboëdern oder den körnigen Dolomitaggregaten entsprechen oder auch den eingesprengten Quarzkörnern, wie sie im Dünnschliff nachweisbar sind. Die lagenförmigen Dolomitaggregate zeichnen sich ferner dadurch aus, und können daran erkannt werden, daß in ihnen von der nachher zu besprechenden Cryptozoon-Struktur nichts mehr erhalten ist. Dies deutet darauf hin, daß die Dolomitbildung erst nachträglich eintrat und daß sie gleichzeitig die organische Struktur verwischt hat. Für diesen späteren Eintritt spricht auch der Umstand, daß die Dolomitbänder nicht selten gangförmige Apophysen durch die sie einschließenden Kalklager entsenden. Sehr auffällig ist es auch, daß die einzeln eingesprengten Dolomitkrystalle meist von dunklen Häutchen umsäumt und in ihrer Mitte gewöhnlich durch einen feinen Staub getrübt sind, gerade so, wie das E. W.

Skeats[1]) im Schlerndolomit der Südalpen beobachtet und beschrieben hat. Eine Erklärung hierfür finde ich in der Annahme, daß die unlöslichen mineralischen und organischen Beimengungen in dem tierischen Kalkskelette während der Krystallisation der Dolomitkrystalle eine Umgruppierung erfahren haben.

Die Dolomitgänge, welche die getrennten Dolomitlagen teilweise verbinden, und die, soweit meine Beobachtungen reichen, mit einer einzigen Ausnahme älter als die Drucksuturen sind, zeigen wohl Zufahrtskanäle an, auf denen die dolomitisierenden Agenzien eingedrungen sind. Ihre Salbänder sind teils unregelmäßig, teils ganz gerade und parallellinig, und die Gänge selbst machen durchaus den Eindruck von ausgefüllten Zerreissungsspalten. (Siehe besonders Taf. I Fig. 2—4 und Taf. II Fig. 2.)

### c) Die Struktur der Cryptozoonlagen.

Diese Struktur ist daran zu erkennen, daß ziemlich scharf umgrenzte Züge eines mikroskopisch krystallinen trüben Calzitaggregates sich von solchen abheben, die etwas grob krystallinischer sind und im Dünnschliff heller erscheinen. Diese letzteren bilden ein netzförmiges Maschenwerk in dem das trübere und dichtere Aggregat eingeschlossen liegt. Das Netzwerk hat einen ziemlich unregelmäßigen Verlauf, seine einzelnen Äste zeigen weder parallel zur Oberfläche des Cryptozoonlagers, noch auch in senkrechter Richtung dazu, eine bestimmte Orientierung. Auch ist die Verzweigung des Netzwerkes recht unregelmäßig und die Dicke der einzelnen Äste sehr veränderlich. Es lassen sich im allgemeinen zwei Astformen unterscheiden, von denen die eine bis 60 $\mu$ dick wird, während die andere feiner ist und nur Breiten von ungefähr 10—20 $\mu$ erreicht. Doch sind diese beiden Gruppen nicht scharf von einander getrennt, sondern es gehen die feineren Äste häufig in die dickeren über und letztere selbst schwanken schon auf ganz kurze Erstreckung recht bedeutend in ihrer Breite. In allen diesen Eigentümlichkeiten gleicht dies Netzwerk vollständig den Cönosarkröhren der Spongiostromen und das trübere Füllwerk in den Zwischenräumen dem ursprünglichen Cönost dieser Hydrozoen. Dem entsprechend stellt das hellere Kalkaggregat die Ausfüllung der Cönosarkröhren dar, die sich erst nach dem Tode des Tieres und während des Versteinerungsvorganges gebildet hat. Die Dolomitisierung hingegen, soweit sie nicht nur diese Ausfüllung sondern auch das Cönost betroffen hat, muß

[1]) On the chemical and mineralog. evidence as to the origine of the Dolomites of Southern Tyrol (Q. Journ. geol. Soc. London. Vol. 61 1905 S. 129).

als ein noch späterer Vorgang angesehen werden, der die ursprünglichen Bestandteile teilweise und an vielen Stellen sogar ganz umgewandelt und damit auch die Hydrozoenstruktur mehr oder weniger verwischt hat. Die Calzitausfüllung der Cönosarkröhren hingegen ist vielleicht bereits durch die verwesende organische Substanz der Cryptozoontiere bewirkt oder doch wenigstens eingeleitet worden. Für die Dolomitisierung hingegen kann diese Ursache schwerlich herangezogen werden; wenigstens gibt der mikroskopische Befund nach dieser Richtung hin keine Anhaltspunkte.

### d) Sandbeimengung.

Nicht allzuselten liegen inmitten des Cönosts vereinzelte kleine Quarzkörner, die von den Hydrozoenkolonien während ihres Wachstums eingeschlossen und umwachsen worden sein müssen. Manchmal häufen sich solche Einschlüsse so sehr, daß sie geradezu kleine Lager zwischen den einzelnen Cönostlagen bilden. Die Quarkörner sind alle sehr klein, eckig bis kantengerundet, oft auch ganz abgerundet. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 25 und 500 $\mu$. Mit ihnen zusammen kommen auch, aber nicht so häufig, hell durchscheinende, aber das Licht stärker brechende Körner anderer Mineralien vor. Kleine, stäbchenförmige, bräunliche Gebilde sind ebenfalls ziemlich häufig. Ihre Breite schwankt zwischen 25 und 70 $\mu$. Ein Teil hat nadelförmige Gestalt mit Andeutung eines helleren Zentralkanals, andere sind unregelmäßig begrenzt. Ob die braune das Licht nicht doppelt brechende Substanz ursprünglich aus Chitin bestand, muß dahingestellt bleiben; doch scheinen diese Gebilde Fragmente organischen Ursprungs zu sein. Es gibt auch noch andere längliche und schwach gekrümmte Körper, die aus feinem Calzitaggregat bestehen und sich deutlich als etwas besonderes von ihrer Umgebung abheben. Sie erreichen Längen von bis über einen Millimeter und können Fragmente von Crustaceen- oder Muschelschalen sein. Auch Oolithe kommen eingeschlossen in dem Hydrozoonkörper vor; doch soll deren Natur erst später im III. Teil besprochen werden. Wo diese Fremdkörper sich als besondere Zwischenlagen angesammelt haben, sind sie durch ein feines, meist etwas trübes Calzitaggregat verbunden und wo der Cryptozoonkörper eine dolomitische Umwandlung erfahren hat, sind auch dieses Bindemittel und die Oolithe davon ergriffen worden.

## 2. Das Cryptozoon im Greenfielder Eisenbahneinschnitt.

Tafel I Fig. 6 und Tafel II Fig. 1.

Wie schon erwähnt, gehört dieses Cryptozoon wahrscheinlich einer etwas älteren Schicht an, als das Cryptozoon proliferum, indessen kann der Altersunterschied keinesfalls sehr groß sein. In der äußeren Form haben beide große Ähnlichkeit, doch ist der Aufschluß andersartig. Während bei der Hoytfarm besonders die Oberflächen der Stöcke freigelegt sind, ist dies im Eisenbahneinschnitt nicht der Fall. Dafür hat man hier vorzügliche Vertikalschnitte, die das vom Boden stockförmig und dabei in peripherischer Richtung sich allseitig ausbreitende Wachstum der Stöche sehr gut zeigen (siehe Fig. 4). Die innere mikroskopische Struktur ist jedoch durch die vollständige Dolomitisierung gänzlich verloren gegangen, so daß eine Identifizierung mit Cryptozoon proliferum nicht möglich ist. Auch die fremdartigen Einlagerungen sind, soweit sie aus Kalk bestanden, umgewandelt, so daß nur noch die Quarz-

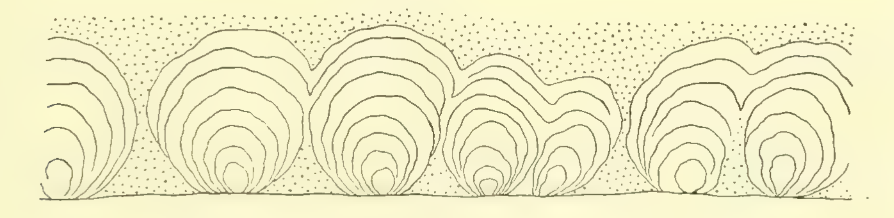


Fig. 4. Die Criptozoonbank von Figur 3 vergrößert.

körner sich als solche erkennen lassen. Der Dolomit besteht aus einem Aggregat eckiger polygonaler Krystalle, die dicht neben einander liegen und die meist im Durchmesser zwischen 60 und 300 $\mu$ schwanken, zum Teil aber auch bis 500 $\mu$ anwachsen. Sie sind von feinstem Staub durchspickt und erscheinen deshalb etwas getrübt. Manchmal liegen in diesen Dolomitkrystallen noch kleinere Rhomboëder eingeschlossen, welche jenen isolierten Dolomitrhomboëdern bei Cryptozoon proliferum gleichen und darauf hinweisen, daß hier die vollständige Dolomitbildung wahrscheinlich ein allmähliger Vorgang war, der zuerst das Dolomitstadium des Cryptozoon der Hoytfarm durchdurchlaufen hat. Die unregelmäßig eckigen Dolomitkrystalle sind fast stets von feinen, bräunlichen Häutchen umgeben, wodurch die Umrisse derselben deutlich hervortreten. Es sieht so aus, als ob diese Bestandteile bei der Umkrystallisierung des Kalkes auf die Seite gedrängt worden seien. Der Kalkbestand der sandigen Einlagerungen ist, wie erwähnt, zwar ebenfalls ganz dolomitisiert, aber die Dolomitkrystalle sind zumeist viel kleiner und stärker

durch Staubpartikel und kleine Eisenerzpünktchen getrübt. Danach kann man schon mit bloßem Auge die Anordnung und Verbreitung der sandigen Einlagerungen erkennen. Von Oolithen, die wahrscheinlich auch hier vorhanden waren, ist nichts mehr zu sehen. Unter diesen Umständen ist es unmöglich, diese Art zu bestimmen und zu benennen; doch ist ihre Identität mit Cryptozoon proliferum nicht ausgeschlossen, denn die scheinbar größere Abflachung der Oberseite der Stöcke bei der Hoytfarm ist nur eine Folge der Erosion, welche die Kalkbänke und damit auch die freigelegten Cryptozoonstöcke betroffen und ihre obersten Teile abgescheuert hat.

### 3. Cryptozoon Ruedemanni n. sp.

Tafel I Fig. 5 und Tafel II Fig. 5, Habitusbilder Cushing l. c. Tafel 9 und 10.

Schon nach ihrer äußeren Form sind diese Stöcke von denjenigen der Hoytfarm deutlich verschieden und machen es wahrscheinlich, daß sie einer besonderen Art angehören. Aus der Abbildung, welche Cushing (l. c.) gegeben hat, geht dies deutlich hervor. Die für Cryptozoon proliferum bezeichnende Zusammensetzung der einzelnen Stöcke aus einer Anzahl kleinerer, aber zusammengewachsener Stöcke fehlt hier. Leider ist der Aufschluß an der Oberfläche eines rundhöckerartigen Hügels nicht genügend, um die ganze Form der Stöcke festzustellen. Derjenige Stock, den es mir gelang mit Hammer und Meisel von der Oberfläche abzusprengen, mißt im Breitendurchmesser 34 und 27 cm und ist bis 5 cm dick. Aber er war jedenfalls viel dicker. Die Verwitterung hat von oben her schon vieles entfernt und der unterste Teil blieb in der Kalkbank stecken, weil eine annähernd horizontale Ablösungsfläche den Stock durchsetzte, durch welche es überhaupt erst möglich wurde, das obere Stück abzusprengen. Man kann aber an den Rändern dieses Stückes noch ganz gut erkennen, daß sich dort die Bänderung des Stockes aus der wellig-horizontalen Lagerung, welche die ganze Mitte des Stockes beherrscht, rasch in eine steilere Stellung um- und herabbiegt, ähnlich wie das auch bei Cryptozoon proliferum der Fall ist. Eine Eigentümlichkeit der Stöcke dieses Fundortes, die ich bei dem Cryptozoon proliferum nicht so beobachtet habe, sind die feinen, bei der Anwitterung auf der Oberfläche mit bräunlichen Farben hervortretenden Schnüren, die auf der Abbildung von Cushing (l. c.) deutlich zu erkennen sind und diesen Cryptozoen ein eigenartiges Aussehen verleihen. Ungefähr laufen sie in der Richtung der Bänderstruktur des Cryptozoon und könnten deshalb für in dieser eingelagerte Sandlager genommen werden. Aber die Kongruenz ist nur scheinbar, denn nicht

selten schneiden sie die Cryptozoonbänder unter wechselnden Winkeln und treten mit den zunächst liegenden Schnüren in Verbindung, so daß sie in dem Stocke ein anastomosierendes Netzwerk bilden, das seiner Entstehung nach jedenfalls jünger als das Cryptozoon ist. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß sie aus einer lagenweisen Anhäufung feinsten Quarzstaubes und dunkler Eisenerzkörperchen besteht, die durch ein dolomitisches Bindemittel zusammengeschweißt sind. Diese Lagen sind gewöhnlich nur 60—120 $\mu$ dick und schwellen nur stellenweise zu größeren Breiten an. Der Verlauf dieser schnurartigen Bänder erinnert durchaus an den der Drucksuturen und als solche müssen sie wohl auch gedeutet werden, denn sie sind eigentlich nichts anderes als eine Anordnung der unlöslichen Bestandteile, die sonst in den Cryptozoonlagern eingeschlossen sind. Die Struktur des Kalkstockes ist eine ähnliche wie bei Cryptozoon proliferum, nur sind die gröberen Cönosarkröhren nicht so dicht an einander gerückt. Das Cönost nimmt mehr Raum ein und die feineren Cönosarkröhren wiegen gegenüber den gröberen vor. Ob diese Eigenschaften alle den äußerlich ähnlichen Stöcken dieses Fundortes zukommen, muß freilich erst festgestellt werden. Ich habe nur dies eine Stück von dort mitgenommen, auf dessen Beschreibung ich mich beschränken muß.

Auch bei dieser Art ist teilweise Dolomitisierung eingetreten, aber doch in anderer Weise wie bei Cryptozoon proliferum. Das Cönost ist kalkig geblieben und löst sich in verdünnter Salzsäure rasch mit lebhaftem Aufbrausen. Die Cönosarkröhren hingegen sind von einem hellen Dolomitaggregat ausgefüllt, das infolgedessen auf angeschliffenen Flächen nach vorsichtiger Anätzung deutlich über die Cönostteile emporragt. Wahrscheinlich also sind die hohlen Cönosarkröhren hier nach dem Absterben der Tiere sogleich mit Dolomit ausgefüllt worden und ist nicht wie bei Cryptozoon proliferum zunächst eine Kalkausfüllung eingetreten, die erst später in Dolomit umgewandelt wurde.

### 4. Die blumenkohlartigen Stöcke.

Schon beim Aufsammeln der Cryptozoen bei Saratoga war es mir aufgefallen, daß manche der sich im Gestein abhebenden und zum Teil auch schon herausgelösten Kalkstöcke mit denen von Proliferum äußerlich zwar große Ähnlichkeit besitzen, daß aber die in den Sandlagen eingebetteten Kalkteile nicht jene charakteristische Lamellenform zeigen; sie haben vielmehr eine unregelmäßig ästige, blumenkohlartige Verzweigung und ich habe deshalb schon damals Herrn Dr. Ruedemann gegenüber die Vermutung ausgesprochen, daß es eine besondere Art sein könnte und bezeichnete sie vorläufig als

Blumenkohl-Cryptozoon. Die spätere mikroskopische Untersuchung hat diese Vermutung einerseits bestätigt, anderseits aber noch dahin erweitert, daß es sich dabei nicht nur um eine andere Art, sondern auch um ein anderes Genus handelt. Ich werde deshalb diese Form erst später im III. Teil im Anschluß an die Oolithe besprechen.

## B. Die präcambrischen Cryptozoen.

### 1. Cryptozoon occidentale Dawson.

Diese Art hat W. Dawson[1]) 1897 in einer Arbeit aufgestellt, die mir nicht zugänglich ist und von der ich nur soviel weiß, als Walcott daraus mitgeteilt hat, daß nämlich Dawson dort eine sehr kurze Beschreibung dieser Form und die Mikrophotographie eines Teiles eines Dünnschliffes gegeben habe und daß er es für möglich halte, daß deren Struktur mit der von Cryptozoon übereinstimme. Die von Walcott[2]) 1899 veröffentlichten Abbildungen scheinen die Dünnschliffe wiederzugeben, welche Dawson von dem ihm 1883 von Walcott gelieferten Material aus der oberen Abteilung der Chuarschichten angefertigt und untersucht hat. Es ist deshalb der Brief von Wichtigkeit, den Dawson damals bei Rücksendung des Materiales an Walcott geschrieben und den dieser 1899 veröffentlicht hat. Er lautet: „Das Probestück zeigt sowohl auf der angewitterten Oberfläche, als auch in Dünnschliffen ein lamellöses Aussehen. Die Lamellen sind dünn und stehen in Abständen von ½ bis 2 mm von einander ab. Sie sind in ihrem Verlauf sowohl, als in den Abständen etwas ungleich und bestehen aus Kieselerde. Die Räume zwischen denselben sind von in Calzit eingebetteten Körnern und Bändern von Kieselerde ausgefüllt. Wenn man den Calzit entfernt, scheint es, daß die Kieselerde aus Krystallkörnern besteht, die so angeordnet sind, daß sie mit dem Calzit das Aussehen eines Netzwerkes haben und manchmal den Eindruck unregelmäßiger, röhrenförmiger Hohlräume hervorrufen, die von Kieselerde begrenzt sind. Feinere Strukturen sind nicht zu beachten und wenn solche vorhanden waren, sind sie wahrscheinlich durch die Krystallisation der Kieselerde verwischt worden. Es wäre voreilig, auf Grund von so wenig Material diese Objekte als organisch anzusehen. Möglicherweise könnte neues Material eine bestimmtere Struktur enthüllen. Mit Bezug auf die vorliegenden Stücke möchte ich annehmen, daß sie, wenn überhaupt organischer Natur, die sandigen Schalen eines Organismus sind, der mit denen verwandt war, welche die als Crypto-

[1]) Canadian record of Science. Vol. 7.

[2]) Precambrian fossil form., Taf. 23.

zoon Hall bekannten Versteinerungen aus dem Cambrium und Ordovicium erzeugten. Diese zeigen dünne Lamellen, deren Zwischenräume mit einer sandigen Substanz erfüllt sind, durchbohrt von unzähligen gekrümmten Röhren und Kammern. Die Struktur im Ganzen hat mehr Ähnlichkeit mit den Körpern aus dem Karbon und Tertiär, die als Loftusia Carpenter bekannt sind. Die Art L. Columbiana, von G. M. Dawson aus dem Carbon von Britisch Columbia beschrieben, ähnelt obwohl von geringerer Größe und regelmäßigerer deutlicherer Struktur sehr sowohl dem Cryptozoon, als auch der Art aus dem Grand Canyon. Wenn letztere wirklich präcambrisches Alter hat, verdient sie eine eingehende Untersuchung an weiterem Material, weil sie möglicherweise ein Verbindungsglied zwischen dem cambrischen Cryptozoon und dem laurentischen Eozoon ist."

Es ist mir nicht bekannt, daß dieser Wunsch Dawsons bisher in Erfüllung gegangen ist. Seine Mitteilung und die Aufstellung des Artnamens im Jahre 1897 beruht anscheinend ausschließlich auf seinen Untersuchungen von 1883. Auch Walcott hat 1898 über den mikroskopischen Bau nur das mitgeteilt, was in dem Brief von Dawson von 1883 enthalten ist. Dahingegen hat er über die äußere Beschaffenheit dieses Cryptozoons (l. c. S. 234) folgende neue und wichtige Bemerkung gemacht: „Die Chuarformen aus dem Grand Canyon sind höher und nicht hemisphärisch wie das Cryptozoon proliferum, obschon sie sonst letzterem sehr ähnlich sind. Gewöhnlich beginnen die Chuarstöcke nahe dem Boden der Gesteinslager und dehnen sich langsam nach oben aus. Wenn ein Stock aufhörte, weiter zu wachsen oder abgebrochen war, begannen eines oder auch mehrere neue über ihm zu wachsen aufwärts bis zur Oberkante der Kalkbank, überschritten sogar in vielen Fällen die Grenzlinie zwischen dieser und der darüber liegenden Bank und wuchsen fort bis zu deren Oberrand. Wo die Stöcke in Menge vorkommen, haben sie Durchmesser von 2—3 Zoll. Wo sie mehr vereinzelt liegen, erreichen sie Durchmesser von 10 und mehr Zoll. Die Art ihres Vorkommens spricht sehr für ihren organischen Ursprung." Diese recht anschauliche Schilderung könnte man fast wörtlich auch auf das Cryptozoon proliferum übertragen und insbesondere auf jene ganz dolomitisierte Art aus dem Greenville-Eisenbahneinschnitt. Will man jedoch die Chuarform gleichwohl als eine besondere Art aufrecht erhalten, dann hat man die Verpflichtung, wenigstens Unterschiede in ihrem inneren Bau nachzuweisen. Dazu reichen aber die mikroskopischen Untersuchungen Dawsons nicht aus. Seine Dünnschliffe sind, wie es scheint, nicht dünn genug gewesen und die Abbildung eines Schliffes durch Figur 2 Tafel 22 bei Walcott (1898) und Tafel 15 Figur 2 (1914) in neunfacher Ver-

größerung ist recht verschwommen und bleibt auch deshalb ziemlich unverständlich, weil ihr im Text keine Erläuterung beigegeben ist. Man erkennt zwar dünne, dunkle Streifen, die um $^{1}/_{2}$—2 mm von einander abstehen und den von Dawson erwähnten, aus Kieselerde bestehenden dünnen Lamellen entsprechen könnten. Aber diese Streifen sind nicht gleichmäßig dunkel, sondern schließen kleine, helle Partien ein, durch die sie stellenweise zu Doppelstreifen werden. Die Zwischenräume bestehen aus einem unregelmäßigen dunklen Netzwerk mit hellem Füllwerk. Woraus alle diese dunklen Partien der Streifen und Zwischenräume bestehen, läßt sich nicht beurteilen; keinesfalls aber sind in ihnen die „Krystallformen der Kieselerde“ zu suchen, da diese heller erscheinen müßten. Auch aus Calzit können diese Partien nicht bestehen, weil sie dafür zu dunkel sind; es wäre denn, daß der Schliff so dick ist, daß der von feinem Staub oder organischer Beimischung getrübte Calzit das Licht nicht durchließ. Da aber Dawson ausdrücklich von Kieselerde-Krystallen spricht, so muß man wohl annehmen, daß das hell erscheinende Füllwerk ganz oder teilweise aus Quarzkörnern besteht. Wir bleiben somit trotz der Abbildung über die wahre Struktur des Cryptozoon occidentale in Ungewißheit und ebenso auch darüber, ob dasselbe verkieselt ist. Das war der Grund, weshalb ich neues und reichlicheres Material von diesem Fossil sammeln wollte. Da mir dies aus den im I. Teil (1915) angeführten Gründen nicht gelungen ist, muß ich diese Aufgabe jüngeren Kräften überlassen. Außerdem ist noch zu bemerken, daß Dawsons Untersuchungen sich nur auf im Kalkstein eingeschloßene Fragmente bezogen haben (s. Fig. I Taf. 22.) Von den großen unzerbrochenen Stöcken, wie sie Walcott beschreibt, hatte er anscheinend nichts zur Untersuchung erhalten und so bleibt die Frage unbeantwortet, ob jene Fragmente von den großen Stöcken abstammen und ob diese die gleiche mikroskopische Struktur wie jene besitzen. Ich möchte darauf hinweisen, daß im Silur Gotlands äußerlich sich ähnlich sehende Kalkknollen zusammen im gleichen Lager vorkommen, die man alle miteinander als Girvanellen bezeichnet hat, ehe sie mikroskopisch untersucht waren. Nachher hat sich herausgestellt, daß ein Teil derselben Kalkalgen (Sphärocodien), ein anderer Teil Tiere (Spongiostromen) sind. Etwas Ähnliches wäre auch für die Kalkknollen der Chuarformation möglich.

### 2. Cryptozoon frequens. Walcott.

Eine zweite präcambrische Art hat Walcott 1905 unter diesem Namen aus der Beltformation beschrieben. Willis und Weller[1]) hatten sie im Nord-montana entdeckt. Es sind große Stöcke von bis ½ m im Geviert, die wie Pflastersteine neben einander liegen und einzelne Bänke des Siyeh-Kalksteins ausschließlich zusammensetzen. Walcott hat nach einer photographischen Aufnahme eine gute Abbildung einer solchen Bank gegeben,[2]) aber man kann daraus nicht ersehen, ob die Stöcke aus Lamellen aufgebaut sind, wie die echten Cryptozoen, und über ihren inneren Bau enthält der Text (S. 19) keinerlei Angaben. Willis schreibt (l. c. S. 318) „in den oberen Teilen des Siyeh-Kalksteins gibt es große konkretionäre Massen von unregelmäßig zylindrischer Form, deren größere Achse rechtwinkelig zur Schichtung der Felsen steht und welche die Größe von kleinen und selbst größeren Fäßchen erreichen. Walcott hat festgestellt, daß ihre Formen denen ähnlich sind, welche man nördlich von Helena in den präcambrischen Schichten findet. Aber bis jetzt haben sie keine Anzeichen einer organischen Entstehung geliefert."

Hieraus ergibt sich, daß wir über die wahre Natur dieser höchst seltsamen Gebilde nichts wissen und daß ihre Zugehörigkeit zu Cryptozoon ganz unsicher ist.

Der Siyeh-Kalkstein wird von Willis ins Algonkian gestellt, während G. M. Dawson (1885) ihn für karbonisch ansah. Walcott hingegen parallelisiert ihn mit seinem Helenakalkstein, der aber jetzt als untercambrisch angesehen werden muß. Nach Willis wird der Kalkstein von 1500′ mächtigen Schichten konkordant überlagert, die aus Quarziten, Sandsteinen und Schiefern mit stellenweise eingelagerten Kalksteinen bestehen. Dawson hat diese hangenden Schichten vermutungsweise als permotriasisch bezeichnet, während Willis sie ebenso wie den Kalkstein ins Algonkian versetzt. Keine dieser Klassifikationsversuche kann sich auf Versteinerungen stützen. Aber Willis schließt gerade aus dem Mangel solcher im Siyeh-Kalk auf ein höheres Alter, weil der in der Nähe befindliche zweifellos karbonische Kalk reich an charakteristischen Versteinerungen ist. Aber allerdings steht dieser letztere in keinem direkten Zusammenhang mit dem Siyeh-Kalk, sondern gehört einem anderen tektonischen Gebiete an.

Wir kommen somit zu dem Schluße, daß sowohl über die Natur, als auch über das Alter jener Gebilde, die als Cryptozoon frequens

---

[1]) Bull. Geol. Soc. Am., Bd. 13, S. 318, 1902.

[2]) Bull. Geol. Soc. Am., Bd. 17, Taf. 11 Fig. 1—2, 1906.

bezeichnet worden sind, keine Klarheit besteht und das gilt ebenso für alle jene Cryptozoen, welche von anderen Stellen und aus anderen Schichten der Beltformation erwähnt worden sind. Wenn sie anorganische konkretionäre Bildungen sein sollten, dann würden sie für die Altersbestimmung der Beltformation keinen Wert haben. Wenn sich aber organische Struktur darin nachweisen läßt, dann könnten sie in dieser Beziehung eine große Bedeutung erlangen und vielleicht sogar ein Licht auf die Natur der präcambrischen Fauna werfen.

#### 3. Cryptozoon Walcotti n. sp.

Diese Art kommt in den Steeprockschichten Canadas vor und wird im III. Abschnitt dieser Arbeit eingehend beschrieben werden, wo auch die Frage, ob die Steeprockschichten wirklich archäisch sind, erörtert werden wird.

### C. Sonstige cambrische, silurische und karbonische Cryptozoen.

Außer den schon beschriebenen Arten werden in der Literatur noch acht weitere erwähnt. Aber von allen diesen ist meines Wissens die innere Struktur noch nicht erforscht worden, so daß auch für sie die Zugehörigkeit zum Genus Cryptozoon nicht feststeht.

#### 1. Cryptozoon Basleri Wieland.

Aus dem oberen Cambrium und zwar genau aus demselben Horizont, in dem bei Saratoga des Cryptozoon proliferum liegt, hat G. R. Wieland[1]) von unweit der Wielandfarm im Centre Co. Pennsylvania größere Kieselknollen unter dem Namen Crytozoon Basleri beschrieben. Er ist aber geneigt, sie für Ausscheidungen von Meeresalgen zu halten und ihnen den Genusnamen Cryptophycus zu geben. Die größten seiner Stücke sind 0,45 m lang und 0,25 m breit, aber doch nur Bruchstücke. Sie bestehen ganz aus Kieselsäure, wahrscheinlich aus Hornstein, wofür ihr Aussehen spricht, wenn schon der Autor hierüber keine näheren Angaben macht. Unter dem Mikroskop konnte er keine organische Struktur finden, was er so deutet, daß die ursprünglichen Kalkalgen silifiziert wurden und dabei ihre Zeltstruktur verloren. Makroskopisch hingegen ist die Lamellenstruktur deutlich wahrnehmbar, doch zeigen die Lamellen eine eigenartige Anordnung. Während sie an dem einen Ende der Querschnitte der länglichen Bruchstücke ziemlich eben und fast paralell

---

[1]) Further notes on Ozarkian seaweeds and Oolites. Bull. of Americ. mus. of nat. history. Vol. 33 1914.

über einander liegen, biegen sie sich nach dem anderen Ende zu rasch auf und nehmen dabei gleichzeitig an Breite zu. Wieland nennt diese Art der Aufbiegung scorpioid. Er sieht in jeder Lamelle ein Thallusblatt, das sich von seinem proximalen Ende aus durch falsche Dichotomie verzweigt und gleichzeitig schuppenartig auf- und umbiegt; er bezeichnet deshalb die Seite, wo die um- und übergebogenen Lamellen enden, als die Oberseite der Pflanze, wenn schon er zugibt, daß die Gestalt der ganzen Pflanze ihm unbekannt ist, da nur äußere Teile des Thallus vorlägen. Seine Auffassung hat somit solange nur den Wert einer Vermutung, als der Nachweis eines Pflanzenzellenaufbaues nicht geführt werden kann. Außerdem möchte ich darauf aufmerksam machen, daß auf mehreren der gegebenen Abbildungen deutlich zu sehen ist, daß die umgebogenen und dabei breiter gewordenen Lamellen sich auf der angeblichen Außenseite wieder verschmälern und zwar gerade von der Stelle an, wo sie sich auf sich selbst zurückzulegen beginnen. Man könnte daraus schließen, daß die Lamellen auf der leider abgebrochenen Fortsetzung (Externalborder somewhat broken away, S. 258) sich gegen das „proximale“ Ende weiter umgebogen und verlängert haben und dabei wie auf dem erhaltenen Teile immer schmäler werden. Das ergäbe für das Ganze das Bild einer blasenförmigen oder kreiselförmigen „turbinade Form“, wie sie bei Cryptozoon proliferum vorkommt. Die Oberseite des Stockes wäre dann bei der Abbildung auf Tafel 17 nicht rechtsseitig, sondern unten, das proximale Ende oben zu suchen. Das gleiche gilt auch für die Abbildung auf Tafel 15. Freilich entbehrt auch diese Vermutung einer einwandfreien Begründung und ich habe sie nur deshalb erwähnt, um zu zeigen, daß verschiedene Möglichkeiten für die Rekonstruktion dieser Fragmente gegeben sind. Wir müssen auch hier erst Aufklärung über die mikroskopische Struktur abwarten, um mit größerer Sicherheit diese Gebilde zu den Pflanzen, Tieren oder Konkretionen stellen zu können.

### 2. Die untersilurischen Cryptozoonarten.

Von diesen Arten habe ich selbst nichts zu sehen bekommen und von den meisten ist mir auch die Originalbeschreibung nicht zugänglich. Mit Bezug auf letztere kann ich auf die genauen Angaben bei Wieland verweisen. Es sind im ganzen sieben Arten:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cryptozoon | minnesotense | Winchell. | 1885 |
| „ | giganteum | Chaney | 1892 |
| „ | boreale | W. Dawson | 1897 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cryptozoon | lachutense | W. Dawson | 1897 |
| „ | Steeli | Seely | 1906 |
| „ | saxiroseum | Seely | 1906 |
| „ | Wingi | Seely | 1906 |

Soweit mir bekannt ist, liegt von keiner dieser Arten eine genaue mikroskopische Untersuchung vor, so daß die generische Bestimmung noch immer ganz unsicher ist und wir nicht mit Sicherheit behaupten können, daß dieses Genus im Silur nachgewiesen sei.

### 3. Karbonische Cryptozoen.

Gürich hat die Familie der Spongiostromiden für Fossilien aus dem belgischen Kohlenkalk aufgestellt und innerhalb derselben eine Anzahl von Genera unterschieden. Die schönen großen dünnen Platten, welche früher an den Fenstern des Brüssler Museums aufgestellt waren, geben zwar gute Habitusbilder für diese Spongiostromiden, sie sind aber doch viel zu dick, um bei durchfallendem Licht die feinere Struktur erkennen zu lassen. Ich habe mir viel Mühe gegeben aus den Abbildungen und Beschreibungen, die Gürich in seiner wertvollen Monographie gegeben hat, die für die einzelnen Genera charakteristischen Unterscheidungsmerkmale festzustellen, bin aber zu keinem befriedigendem Ergebnis gekommen. Gürich hat sich dabei fast ausschließlich auf die innere Struktur gestützt, die aber in den Schliffen oder wenigstens in den Abbildungen nicht immer klar genug hervortritt. Dahingegen habe ich gefunden, daß sich alle die von ihm beschriebenen Arten dieser ganzen Familie nach ihrer äußeren Form und Wachstumsart ganz natürlich in zwei Gruppen einreihen lassen.

Der ersten Gruppe möchte ich den Genusnamen Spongiostroma geben. Die Stöcke sind hier alle mehr oder minder kugelförmig, von innen nach außen gewachsen, so daß die distalen Enden des Coenosts allseitig an der Oberfläche der Knollen liegen. Hierzu stelle ich: Spongiostroma granulosum und maeandrinum, Aphrostroma tenerum und Pygnostroma densius, sowie aus dem Silur Gotlands und Estlands Spongiostroma Holmi und balticum.

Die Arten der anderen Gruppe haben gemeinsam, daß die Stöcke nicht kugelförmig, sondern mit einem Teil ihrer Oberfläche am Meeresboden aufgewachsen sind, so daß eine proximale oder basale Unterseite stets vorhanden ist und die Stöcke je nachdem ein mehr kuchenförmiges oder kegelförmiges Aussehen haben. In dieser Beziehung und in der inneren Struktur gleichen sie dem cambrischen Cryptozoon und so möchte ich vorläufig wenigstens

die nachfolgenden karbonischen Genera und Arten alle in dieses Genus einstellen: Malacostroma, Spongiostroma bacilliforme und ovuliforme, sowie Chondrostroma intermixtum und vermiculiforme.

---

## Nachtrag.

Dieser Teil meiner Arbeit war schon abgeschlossen, als mir am 21. Oktober 1915 die Nr. 2 des 64. Bandes der Smith. Coll., die bereits am 22. Juli 1914 erschienen war, zuging. Dieses Heft enthält eine wichtige Arbeit von Walcott, über die präcambrische Algenflora des Algonkiums. Sie beschäftigt sich auch mit dem im vorausgehenden von mir besprochenen Cryptozoon, das Walcott wie Wieland jetzt zu den fossilen Algen stellt. Das Cryptozoon frequens wird, allerdings mit einem Fragezeichen, zu Colenia gestellt, wozu auch die übrigen, früher von Walcott noch nicht benannten Cryptozoen der Beltformation, nämlich Collenia compacta und undosa kommen. Ebenso wird Cryptozoon occidentale zu einer Collenia und das Vorkommen dieser Art auch in den Beltschichten Montanas erwähnt.

Damit sind alle bisher als präcambrisch bezeichneten Cryptozoen aus diesem Genus entfernt und gleichzeitig aus dem Tier in das Pflanzenreich versetzt. Wieland, der dies auch für die paläozoischen Cryptozoen getan hat, möchte den alten Namen durch Cryptophycus ersetzen, wodurch ersterer in die Rumpelkammer der Synonyma wandern würde.

Demgegenüber muß ich feststellen, daß zwar Wieland seine Auffassung auf den Nachweis von Sporen im Cryptozoon proliferum zu stützen gesucht hat, daß aber diese Sporen anscheinend Oolithe sind, von denen der Cryptozoonkalkstein ganz erfüllt ist, worauf ich später im III Teil zurückkommen werde. Auch Walcott hat keinerlei Pflanzenstruktur in Collenia nachgewiesen. Er scheint sich hauptsächlich auf die äußere Ähnlichkeit zu stützen, welche zwischen diesen Gebilden und den rezenten Kalkkugeln der nordamerikanischen Seen besteht, von denen schon Murray 1895[1]) nachgewiesen hat, daß sie von Cyanophyceen gebildet werden. Aber von keinem der Gebilde, welche zu diesem neuen Genus Collenia gestellt werden, liegt eine mikroskopische Untersuchung vor. Die Mikrostruktur ist mir nur von Cryptozoon proliferum, Ruedemanni und Walcotti bekannt: alle anderen Arten harren noch ihrer Untersuchung und in Ermangelung von Material war es mir unmöglich dieselbe durchzuführen.

---

[1]) George Murray, Phycological Memoirs, Part III. London, Dulau & Co. 1895.

## II. Eozoon canadense.

Dieses vor 50 Jahren so berühmte Fossil aus dem Laurentium Canadas ist heutigen Tages aus der paläontologischen Literatur fast ganz verschwunden. Es war von Logan 1859 aus der Taufe gehoben worden, erhielt 1864 von J. W. Dawson seinen Namen und Carpenter beschrieb es als Riesenforaminifere von ganz eigenartiger Gestalt. An dem aus Kanada herüber gesandten Material hat jedoch Möbius 1878 in überzeugender Weise nachgewiesen, daß die angeblichen Kanalsysteme in den Kalkwandungen und die Poren im „proper wall" nichts mit den Kanälen der Foraminiferen zu tun haben und daß das Eozoon überhaupt kein Überrest eines Organismus sein kann. Von diesem Schlage hat sich das Eozoon nicht mehr erholen können und das um so weniger, als auch schon vorher von mineralogischer Seite schwere Bedenken erhoben worden waren. Wie sollte es auch möglich sein, daß die Kammern einer Foraminifere sich mit Pyroxen und Serpentin füllten, während die Kalkwände mit ihren mikroskopisch feinen Kanälen als solche erhalten blieben. Auffällig mag es erscheinen, daß, während die europäischen Forscher, welche das Eozoon untersucht hatten und mehr und mehr zu einer ablehnenden Haltung geführt wurden, den Fundort desselben aus eigener Anschauung nicht kannten, diejenigen kanadischen Geologen, welche ihn sehr genau kannten, und gerade die Art des Vorkommens als Beweis für die organische Entstehung des Eozoon geltend machten, gleichwohl eine genauere Beschreibung dieses Fundortes nicht veröffentlichten. Auch Bonney,[1]) der in Begleitung von Dawson 1884 den Fundort besucht hatte, zögerte mit der Veröffentlichung seiner Ergebnisse und gab sie erst 1895 bekannt. Seinem Berichte fügte er eine Zeichnung des Eozoongesteines von Côte St. Pierre und ein geologisches Profil bei, von welch letzterem wir heute wissen, daß es den Tatsachen nicht entspricht. Zutreffender ist seine Schilderung des Eozoonlagers selbst. Er vergleicht die größeren Pyroxen- und Serpentinknollen im Marmor mit den Feuersteinen im Kalkstein und scheint jene ebenso wie diese für wirkliche Konkretionen gehalten zu haben. Er verhehlt sich auch die Schwierigkeiten nicht, welche die Füllmasse von Pyroxen und Serpentin der Foraminiferennatur des Eozoon bereiten müssen und frägt, wie man von diesem Standpunkt aus die regellos im umgebenden körnigen Marmor eingesprengten Pyroxen-

[1]) On the Mode of Occurrence of Eozoon Canadense at Côte St. Pierre. Geol. Mag. Vol. 2. 1895. S. 292.

und Serpentinkörner erklären könne. Weder nach der einen, noch nach der anderen Richtung hin nimmt er jedoch bestimmte Stellung und verneint nur, daß es sich hierbei um eine Kontaktmetamorphose im gewöhnlichen Sinne des Wortes handeln könne. Er wollte damit ohne Zweifel den Ergebnissen entgegentreten, zu denen Johnston-Lavis und Gregory ein Jahr vorher gekommen waren, als sie die Kalkauswürflinge vom Monte Somma beschrieben, welche ein ganz eozoonartiges Aussehen infolge von Kontaktmetamorphose angenommen haben.

Im Jahre 1902 endlich erschien zwar eine genauere geologische Karte von Ells,[1]) welche jenes Gebiet Kanadas umfaßt, in der die zwei wichtigsten Fundplätze des Eozoon canadense liegen und der Maßstab 1 : 253 441 gestattete die Eintragung der zahlreichen Marmorlager in dem archäischen Gneise und ebenso der bedeutendsten nutzbaren Minerallagerstätten; aber gerade die Fundstellen des Eozoon sind nicht eingetragen und auch in dem erläuternden Texte ist der bei Grenville gar nicht und der bei Côte St. Pierre nur ganz kurz erwähnt. Wir erfahren von letzterem blos, daß 4 englische Meilen nördlich von St. André Avelin verschiedene größere Massen von Grünstein und Granit den Kalkstein abschneiden und daß sich an der Berührungsstelle beider Gesteinsarten eine Eozoonstruktur findet. Es ist das für den Fremden, der den Fundort noch nicht kennt, eine völlig ungenügende Orientierung, die von dem Besuche eher abschreckt, als dazu einlädt. Um genauere Angaben zu erhalten, war ich deshalb gezwungen, in der nur 40 englische Meilen von dem Fundort entfernten Stadt Ottawa, die zugleich Sitz der kanadischen geologischen Landesanstalt ist, einen ganzen Tag aufzuwenden und hatte damit nur dank der Opferwilligkeit eines höheren Regierungsbeamten, des Herrn Côte, Erfolg. Von Papineauville, das einen ganz guten Gasthof neben dem Bahnhof hat, fuhr ich mit einem Einspänner nach der Farm von Gilbert Lavigne, wahrscheinlich derselben, welche Bonney 1902 Levines-Farm genannt hat, wo ich eine freundliche Aufnahme und ein gutes Nachtquartier fand. Der schon betagte Eigentümer, auf dessen Feldern zum Teil das Eozoon gefunden worden ist, kannte nicht nur die Bedeutung desselben, sondern auch Logan, Dawson, O. Hahn u. a. Er konnte mich an die klassischen Fundorte führen, und so habe ich das Marmorlager und seine Umgebung während anderthalb Tagen untersuchen und einen Eozoonblock von einem halben Meter im Durchmesser für die Münchner geologische Staatssammlung gewinnen können, der an Güte keinem der Stücke, die ich bisher in anderen Museen gesehen habe, nach-

[1]) Geol. Surv. of Canada. Annual Report. Volume XII. 1899. Ottawa 1902. Report of the Geology of Argenteuil, Ottawa and Part of Pointiac Counties, Carleton, Russell and Prescott Counties, by R. W. Ells.

steht, sie sogar erheblich übertrifft. In der petrographischen Beschreibung des Eozoonlagers, welche in dem gleichen Band mit Ells Karte veröffentlicht worden ist, macht Osann,[1]) der im Jahre 1899 von Papineauville eine Tagesexkursion dahin gemacht hat, zwar ebenfalls keine genaueren Angaben über den Fundort, aber wir erfahren doch aus seiner Arbeit, daß das Marmorlager mit einem Gabbro in Kontakt steht und an diesem sehr reich an Silikatmineralien ist, nämlich an Diopsid, Serpentin, Hornblende, Glimmer, Scapolith, Titanit und Spinell. Diese Bestände unterliegen jedoch nach Menge und Zusammensetzung schon auf kurze Erstreckung großem Wechsel, während der Calzit der einzige konstante Bestandteil ist, der aber an Menge mit der Annäherung an den Kontakt abnimmt. Osann kommt zum Schluße, daß der Kalkstein ganz zweifellos Kontaktmetamorphismus erlitten habe und eine typische Kontaktstruktur besitze, doch bemerkt er ausdrücklich, daß die Frage nach dem organischen Ursprung des Eozoons dadurch nur insofern berührt wird, als jedenfalls, wenn es ein Organismus war, dessen Hartteile ihren ursprünglichen Mineralcharakter wegen der allgemeinen Gesteinsumwandlung nicht mehr haben können. Zugleich weist er auf die eozoonartigen Sommaauswürflinge hin, aber nicht sowohl um daraus eine bestimmte Schlußfolgerung zu ziehen, als vielmehr einer persönlichen Hinneigung Ausdruck zu verleihen. Ganz in derselben Richtung bewegen sich die Anschauungen von Stansfield.[2]) Doch verdanken wir ihm zum ersten Male eine geologische Marschroute von Papineauville bis zum Fundort im Maßstab von 1 : 60000 und eine geologische Kartenskizze des Fundortes selbst in 1 : 5000, wodurch jetzt der Besuch dieser interessanten Stelle jedermann ganz wesentlich erleichtert ist. Ich selbst habe 1902 ebenfalls eine flüchtige Kartenskizze entworfen, auf der jedoch die Entfernungen von West nach Ost um etwa ein Viertel kürzer sind, als auf Stansfields Karte. Ich hatte freilich nur die ganz mangelhafte topographische Unterlage der Ellsschen Karte und maß die Entfernungen teils durch Abschreiten, teils nach Schätzung. Für die notwendigsten Winkelmessungen benutzte ich den Geologenkompaß. Ich vermute deshalb, daß die topographischen Verhältnisse bei Stansfield richtiger dargestellt sind und habe meine geologischen Notierungen auf dieselben übertragen, außerdem die Karte nach Osten um so viel erweitert, daß die nordöstliche Fortsetzung des Marmorlagers und der jenseitige Gneiszug noch zur Darstellung kommen konnten, die bei Stansfields Karte fehlen. (Taf. V Fig. 3.) Die von mir bestimmten Gesteinsgrenzen

---

[1]) Geol. Surv. of Canada. Notes on certain Archaean Rocks of the Ottawa Valley by A. Osann. Ottawa 1902.

[2]) Guidebook Nr. 3 for the Excursions of the internat. geol. Congress, Ottawa, Canada 1913.

sind mit ausgezogenen, die anderen von Stansfield übernommenen mit unterbrochenen Linien eingezeichnet. Im Norden hat Stansfield den Quarzit nicht eingetragen, der auf dem Felde von Napoléon Lavigne, dem nördlichen Nachbar meines Gilbert Lavigne, durch Anlage eines Brunnenschachtes aufgeschlossen war. Über die Richtigkeit der Lage, die ich diesem Punkte auf der Karte gegeben habe, bin ich nicht vollkommen sicher. Im Westen steht solcher Quarzit direkt im Kontakte mit dem dort etwas mehr dioritartig entwickelten Gabbro an und darf wohl als die südwestliche Fortsetzung desjenigen im Brunnenschachte aufgefaßt werden. Was Stansfield mit dem im Marmorlager mit einer Doppellinie eingetragenen „dike" meint, weiß ich nicht, da er im Text darüber nichts sagt. Vielleicht ist der Asbestgang gemeint, der früher hier abgebaut wurde. Lavigne schon erzählte mir an dieser Stelle etwas von einem Gange, von dem wir aber vielleicht wegen des dichten Waldbodens oder weil er abgebaut ist, nichts entdecken konnten. Von den drei Verwerfungen der Stansfieldschen Karte habe ich keine übernommen, da ihnen keinerlei tatstächliche Beobachtungen zu Grunde liegen. Die Dreigliederung des Marmorlagers in einen Diopsidfels, den Serpentinkalkstein und den gewöhnlichen Greenvillekalkstein, welche Stansfield durchgeführt hat, kann ich nicht ganz billigen. Ich halte es für ganz unmöglich, so scharfe Grenzlinien einzuzeichnen, weil die drei Gesteinsarten ganz allmählich in einander übergehen. Außerdem habe ich gefunden, daß der sogenannte Diopsidfels, mit Ausnahme allerdings gewisser aber verhältnismässig seltener Stellen, stets so viel Kalk enthält, daß er, mit Salzsäure betupft, aufbraust und da er außerdem meist schon mit bloßem Auge erkennbaren Serpentin führt, so verschwimmt die Grenze gegen den serpentinreichen Kalkstein ganz. Immerhin hat die Abtrennung des letzteren den Wert, daß sie die Verbreitung des typischen Eozoons angibt und zugleich die Tatsache bezeugt, daß sich mit der Entfernung von dem Gabbro-Kontakt auch der petrographische Charakter des Marmorlagers verändert.

Zum Verständnis der Eigentümlichkeiten des Eozoonlagers nimmt Stansfield eine Thermalmetamorphose zu Hilfe. Eine Möglichkeit, die eigenartige Mineralvergesellschaftung zu erklären, findet er in der Annahme einer Transfusion kieselsäurehaltiger Lösungen, so wie von Chlor- und Titandämpfen und einer nachfolgenden Zirkulation heißer juveniler Gewässer, durch welche in der äußeren Zone die Diopside und Tremolite serpentinisiert wurden. Dahingegen bemerkt er ausdrücklich, daß ihm kein Vorgang bekannt sei, welcher die feinen und schönen Strukturen, welche zu der Eozoonkontroverse geführt haben, erzeugen konnte.

Diese reservierte Stellung, welche sowohl Osann wie Stansfield den merkwürdigen Eozoonstrukturen gegenüber eingenommen haben, macht es begreiflich, daß andere darin das Bekenntnis des Unvermögens fanden, dieselben auf anorganische Weise zu erklären und daß sie weder durch Kontakt- noch Theralmetamorphose erzeugt seien. Sicher ist, daß Walcott auch heute noch an der organischen Natur des Eozoon festhält. Er glaubt, daß es mit Cryptozoon verwandt sei, dessen Vorkommen er in präcambrischen Kalksteinen weiter im Westen nachgewiesen hat. Nun geht zwar aus den vorhergehenden Abschnitten dieser Arbeit hervor, daß das präcambrische Alter dieser Cryptozoen noch keineswegs feststeht, aber das gilt im Grunde auch für das Eozoon und deshalb erscheint es um so notwendiger zu untersuchen, ob zwischen der Struktur des Eozoon und des Cryptozoon so viel Ähnlichkeit besteht, um daraus einen Schluß auf die Entstehung des Eozoon gründen zu können. Die Zeiten sind glücklicherweise vorbei, in denen die Erörterungen über das Wesen des Eozoons die Form eines leidenschaftlichen, persönlich sogar verletzenden Streites annehmen mußte wegen der Eigenart von Dawson und Carpenter, die eine Ablehnung ihrer Ansicht von seiten anderer durchaus nicht dulden wollten. Wir sind allmählich ruhiger geworden und Möbius war der erste, der den Streit ablehnte, in welchen Dawson auch ihn hineinzuziehen versuchte. Freilich muß zugegeben werden, daß das rein negative seiner Ergebnisse und sein Verzicht auf eine bessere Erklärung für die Entstehung der Eozoonstruktur, die strittige Angelegenheit nicht zu einer entgiltigen Erledigung bringen konnte. Das gilt auch für die Arbeiten von King und Rowney,[1]) die zwar ganz richtig, von mineralogischer Seite ausgehend, auf die Unmöglichkeit hingewiesen haben, daß Pyroxen und Serpentin jemals ein gewöhnliches Meeressediment gewesen sein könnten, aber ihrerseits auch versagten bei der Erklärung der Eozoonkanäle. Denn ihre Annahme, daß das Muttergestein ein Serpentin war, der von heißen kalkhaltigen Gewässern durchtränkt, stellenweise eine Pseudomorphose in Calzit erfahren habe, ist in höchstem Grade unwahrscheinlich und wäre wohl nicht aufgestellt worden, wenn die Verfasser die Lagerstätte in Kanada vorher gesehen hätten. Bei der Entstehung dieser Verdrängungsmetamorphose sollten Teile des Serpentins erhalten geblieben sein, welche jetzt das Aussehen von verzweigten Kanälen haben. Es wäre danach das Eozoongestein nicht Folge einer von dem Gabbro ausgehenden Kontaktmetamorphose, sondern umgekehrt Folge einer Thermalmetamorphose, die von einem Kalkstein ausging.

---

[1]) On the so called Eozoonalrock Q. J. geol. soc. London. 1866. Bd. 22, S. 185 und On Eozoon canadense. 1869. Proc. Roy. Irish Acad. Vol. X, S. 506.

Unter diesen Umständen bedeutete es einen erheblichen Fortschritt in der Erkenntnis der Eozoonnatur, als Gregory und Johnstown-Lavis[1]) in Kalkauswürflingen des Monte Somma Silikatmineralien fanden, welche in derselben eigentümlichen lagen- oder kammerförmigen Anordnung wie bei Eozoon in einem Kalkstein liegen, der seine marmorartige Beschaffenheit und die Silikatmineralien sicher der vulkanischen Einwirkung verdankt. Es blieben somit nur noch die eigentümlichen Kanäle übrig, welche in den Sommablöcken fehlen und auf deren Deutung auch Osann und Stansfield nicht eingegangen sind. Es ist aber notwendig, auch für sie eine Erklärung zu finden, ehe man die Eozoonfrage als ganz erledigt bezeichnen darf.

### 1. Die sogenannten Kanäle im Calzit des Eozoon.

Man muß drei Arten von Kanälen nach ihrer morphologischen und chemischen Beschaffenheit unterscheiden. Zur ersten Art gehören die sogenannten Kanäle des proper wall Carpenters,[2]) die ganz gerade sind und deren Ausfüllung aus Chrysotil besteht. Zur zweiten gehören jene baumförmig verzweigten Kanäle, des sogenannten intermediate skeleton Carpenters, die im Dünnschliffe meist bräunlich erscheinen und sich dadurch von dem helleren Kalk sehr deutlich abheben. Die dritte Art endlich bilden die viel feineren an Dentinröhrchen erinnernden und meist mit Dolomit ausgefüllten Kanälchen, die zwar nicht immer vorhanden sind, aber wo sie vorkommen, in Menge auftreten. Diese dritte Art ist bei den meisten Arbeiten über Eozoon entweder ganz übersehen oder mit der zweiten Art zusammgeworfen worden.

#### a) Die angeblichen Kanäle der Chrysotil-Gänge.

(Tafel III Fig. 2—4.)

Quergefaserte dünne Lagen durchziehen das Eozoon sehr häufig und erscheinen im Dünnschliffe, wenn quer geschnitten, als schmale Bänder, die höchstens eine Breite von etwas über 1 mm erreichen. Sie bestehen meistens aus Chrysotil, doch schaltet sich nicht selten auch etwas Calzit zwischen den einzelnen Chrysotilfasern ein. Unter gekreuzten Nicols kann man diese Beimengung leicht erkennen. Löst man solche Bänder vorsichtig mit verdünnter Säure auf, wie dies Carpenter, Dawson und King getan haben, dann bleiben nur die isolierten Chrysotilfasern zurück. Carpenter faßte den beigemengten Kalk als Bestandteil der ursprünglichen perforierten Foraminiferenschale auf, in deren feine Kanäle Serpentin eingedrungen sei in Form von Chrysotil.

---

[1]) Transactions Royal Dublin Soc. Vol. V. Eozoonal Structure of the Ejected Blocks of Monte Somma. 1894.

[2]) Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 21, S. 59, 1865.

Er bezeichnete deshalb diese Lagen als den proper wall oder als nummuline-shale und sah in ihnen den Hauptbeweis für die Foraminiferennatur des Eozoon. Auch von denjenigen Chrysotilbändern, die in Wirklichkeit ganz kalkfrei sind, nahm er an, daß nur die Feinheit und dicht gedrängte Lage der Röhrchen die Wahrnehmung des dazwischen gelagerten kalkigen Schalenteiles verhindere. Manchmal kommen in Begleitung mit solchen Bändern und sogar unmittelbar in dieselben übergehend, solche vor, die keine Chrysotilnadeln enthalten, gleichwohl aber entweder noch Faserstruktur deutlich erkennen lassen oder aber infolge einer eigentümlichen Trübung derselben zu entbehren scheinen. Hier sollten die feinen Poren nicht durch Serpentin, sondern durch Kalk ausgefüllt worden sein und in der Gleichheit der Füllmasse und der Schalenmasse vermutete Carpenter den Grund, weshalb die Poren als solche nicht mehr zu unterscheiden sind. Zwar haben schon 1866 King und Rowney auf die Unwahrscheinlichkeit dieser Deutung hingewiesen, aber ihr Widerspruch hatte gegenüber dem autoritativen Gewicht Carpenters keinen durchschlagenden Erfolg, der erst 12 Jahre später eintrat, als Möbius die Verschiedenartigkeit dieser Chrysotilbänder und der wirklichen Foraminiferenschalen nachwies und die Tatsache feststellte, daß die Orientierung der Fasern in einem solchen Bande immer die gleiche bleibt, ohne Rücksicht auf die stets vorhandenen Krümmungen und Verbiegungen des Bandes, während hingegen die Poren der Foraminiferenschalen sich stets rechtwinkelig zu deren Oberfläche stellen und deshalb niemals auf größere Erstreckung unter einander gleichgerichtet sein können. Leider hatte Möbius dabei übersehen, daß diese Bänder nicht immer nur aus Chrysotilfasern bestehen und so konnte Dawson 1888 ihm den Vorwurf machen, die kalkführenden Bänder, welche allein als Foraminiferenschalen zu gelten hätten, mit den reinen Chrysotilbändern verwechselt zu haben, die auch er schon früher für jüngere Gangausfüllungen erklärt habe. Er gab dazu eine Abbildung, die wie die meisten seiner Abbildungen sehr schematisch gehalten ist und aus der hervorgehen sollte, daß selbst da, wo beide Arten von Bändern sich zufällig berühren, doch nur die kalkführenden die Serpentinkammern gegen die Kalklagen abgrenzen, während die Chrysotilbänder regellos, oft auch sich verzweigend oder auskeilend wie echte Gänge durch die Serpentinlagen hindurchsetzen. Letzteres ist freilich richtig, ersteres entspricht aber den Tatsachen nicht. Leicht ist es festzustellen, daß ein und dasselbe Band an einer Stelle nur aus Chrysotil besteht, während es an anderen Kalk aufnimmt und damit die Beschaffenheit des proper wall annimmt oder auch ganz der Chrysotilnadeln entbehrt, wobei trotz dieser materiellen Veränderungen die Faserung des Bandes unverändert die gleiche Richtung bei-

behält. Es ist auch nicht richtig, daß die chrysotilfreien Bänder nur auf der Grenze zwischen den Serpentin- und Kalklagen auftreten, häufig setzen sie gangförmig in die Serpentinmasse hinein fort und müssen somit ebenfalls als nachträgliche Gangbildungen aufgefaßt werden. Bezeichnend ist es ferner, daß viele der zweifellosen Kalkspatgänge, welche die Serpentinlager quer durchsetzen, an ihren Salbändern feine aber kurze Serpentinnadeln enthalten, die sich aber nicht bis in die Mitte des Ganges fortsetzen, sondern nur wie ein kurzes Stachelwerk den Gang zu beiden Seiten begrenzen, damit aber doch beweisen, daß bei allen diesen Gangbildungen im Eozoonlager gleichzeitig Chrysotil und Calzit zur Ausscheidung kamen, wenngleich in wechselnden Mengenverhältnissen. Ferner muß hier nochmals ausdrücklich auf den von anderer Seite schon wiederholt hervorgehobenen Umstand aufmerksam gemacht werden, daß der sogenannte proper-wall auf der Grenze zwischen Serpentin und Kalk sehr häufig ganz fehlt. Ich habe eine ganze Reihe von Schliffen, in denen von ihm überhaupt nichts zu sehen ist, und kenne keinen einzigen Schliff, in dem er stets vorhanden wäre, was doch eigentlich der Fall sein müßte, da Foraminiferenkammern ohne Kammerschalen nicht gut denkbar sind. Die Hilfsannahme, daß dieses Fehlen nur scheinbar und Folge von Veränderungen beim Versteinerungsvorgang sei, ist allerdings gemacht worden, aber sie wird durch keine einzige Beobachtung unterstützt, denn das sogenannte Zwischenskelett stößt in allen Fällen, wo die Faserbänder fehlen, unmittelbar und in typischer Entwicklung an den Serpentin an, so daß man, um die Foraminiferennatur zu retten, die gewagte Annahme machen müßte, das Zwischenskelett sei hier an Stelle der Schale getreten.

Zuweilen zeigen sowohl die Chrysotilbänder als auch die chrysotilfreien Faserkalkbänder Verbiegungen ihrer Fasern, was wohl auf einen späteren mechanischen Druck im Gestein zurückgeführt werden muß. Ob freilich die Kalkbänder, welche im Dünnschliff gefasert erscheinen, es auch wirklich sind, bleibt zweifelhaft. Öfters wenigstens kann man noch recht gut erkennen, daß der Calzit aus ganz dünnen Zwillingslamellen zusammengesetzt ist, in denen die Spuren der rhomboëdrischen Spaltdurchgänge noch sichtbar sind. In solchen Fällen liegt natürlich eine eigentliche Faserung nicht vor.

### b) Die angeblichen dolomitischen Kanäle in den Kalklagen.

Dawson sagt 1888[1]) (S. 13): „Die Kalklamellen (was gleichbedeutend mit unseren Kalklagen oder dem intermediate skeleton Carpenters ist) sind von

[1]) On specimens of Eozoon Canadense and their geol. and other relations. Peter Redpath Mus. Mc. Gill University. Montreal 1888.

zahllosen Kanälen durchsetzt, welche in sehr feine Röhrchen enden. Diese Kanäle sind entsprechend dem Erhaltungszustand mit Serpentin, Pyroxen, Dolomit oder Kalk ausgefüllt." Das klingt so, als ob alle diese Kanäle morphologisch gleichwertig seien und die Verschiedenheit des Ausfüllungsmaterials ihre Ursache nur in zufälligen Vorgängen während des Versteinerns gehabt habe. Abgesehen nun davon, daß Gänge mit Pyroxenausfüllung noch nie, auch von Dawson nicht, genauer beschrieben oder abgebildet worden sind und daß auch ich solche in keinem der untersuchten Schliffe entdecken konnte, so springen doch die morphologischen Unterschiede zwischen den mit Serpentin und den mit Dolomit ausgefüllten Kanälen so sehr in die Augen, daß ich nicht begreife, wie man beide als eine gleichartige Bildung auffassen konnte. Carpenter und Möbius freilich waren mineralogisch so wenig geübt, daß sie den Unterschied der Füllmasse gar nicht erkannten. Ersterer spricht gewöhnlich nur von einer kieseligen Ausfüllung, auch da, wo er zweifellos durch Anätzen die dolomitische Füllmasse freigelegt hatte. Einige seiner Präparate hat Möbius abgebildet[1]) (1878 auf Taf. 23 und 24). Es fiel ihm auf, daß der Serpentin grünlich und die „kieselhaltigen Stengel" bei auffallendem Lichte weiß erscheinen. Dem entsprechend hat er auf den kolorierten Abbildungen nur die feineren Stengel ganz weiß gelassen, den breiteren aber meist einen etwas grünlichen Ton gegeben und damit der Tatsache einen wenn auch nicht ganz konsequenten Ausdruck gegeben, daß die einen Kanalausfüllungen aus Serpentin, die anderen aus Dolomit bestehen. Dawson hinwiederum hat, obwohl er die Verschiedenartigkeit der Ausfüllungsmassen kannte, sich 1888 bemüht, den tatsächlichen Formunterschied der Kanäle durch seine Figur 3 und 4 (S. 15) möglichst zu verhüllen und schreibt dazu, daß die dickeren Teile der Kanäle von Serpentin, ihre feineren Verzweigungen aber von Calzit oder Dolomit ausgefüllt seien.

Die eigenartige Gestalt der dolomitischen Kanäle hat zuerst wohl O. Hahn[2]) 1876 erkannt und leidlich gut beschrieben, jedoch nicht abgebildet. Die so auffälligen Serpentinkanäle sind ihm jedoch merkwürdigerweise ganz entgangen und den Dolomit der Füllmasse in den von ihm beobachteten Kanälen hat er irrtümlich für Calzit gehalten, aber es war ihm dabei die Ähnlichkeit mit den mikropegmatitischen Verwachsungen von Quarz und Feldspat aufgefallen und zwar ungefähr zu gleicher Zeit wie Carpenter, dem ein Handstück von

---

[1]) Der Bau des Eozoon canadense. Paläontograph. Bd. XXV, 1878, und Americ. Journal of Sc. and Arts. Vol. XVIII, 1879.

[2]) Gibt es ein Eozoon canadense? Württemb. Naturw. Jahreshefte, 1876, S. 132 und 1878 als Erwiderung auf Gümbels und Carpenters Entgegnung.

Schriftgranit aus Schottland gebracht worden war, das er unbedenklich als ein neues laurentisches Fossil beschrieb, indem er in seiner mineralogischen Unerfahrenheit in dem Feldspat Kalkspat und in dem eingewachsenen Quarz die Ausfüllung eines foraminiferenartigen Kanalsystems sah. Nachträglich auf seinen Irrtum aufmerksam gemacht, hat er allerdings sofort seinen Irrtum bekannt (Nature 1876), und damit war für ihn diese Sache erledigt. Anders erging es O. Hahn, der zwar auf den sich ihm anfangs ebenfalls aufdrängenden „schönen Gedanken“, daß die mikropegmatitische Struktur im Gneis organischen Ursprungs sei, hatte „verzichten müssen“ (1876 S. 152), aber schon nach drei Jahren darauf zurückkam und nicht nur das Eozoon, sondern auch den Gneis, Granit, Syenit, Basalt usw. aus Pflanzen entstehen ließ.[1]) Der Titel, den er seinem Buche gab, genügt schon, um den Inhalt zu charakterisieren, in welchem Sätze vorkommen, wie: Gibt es Krystalle ohne Pflanzen? Der Diamant (dafür spricht seine Form) ist Füllmasse von Pflanzenkelchen. Obschon er mit diesen Ideen natürlich keinen Erfolg hatte, beschäftigte er sich doch viele weitere Jahre hindurch mit dem Eozoon, das er in Kanada selbst aufsuchte. Um eine Veröffentlichung seiner Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Zeitschrift zu ermöglichen, hat er mir 1903 sein ganzes Material zur Überarbeitung vorgelegt. Ich konnte ihm aber nicht willfahren, da die Durchsicht seiner Dünnschliffe keinerlei Bestätigung seiner phantastischen Vorstellungen ergab. Er starb bald nachher, und wie Carpenter und Dawson hat er die Überzeugung von der organischen Entstehung des Eozoon mit ins Grab genommen.

Wohl ganz unabhängig von Hahn hat A. Geikie 1903 in der vierten Auflage seines Textbook of Geology (Bd. 2 S. 878) auf die Ähnlichkeit der Eozoonkanälchen mit den mikropegmatitischen Verwachsungen im Granit hingewiesen. Das Gleiche tat 1913 Weinschenk, der die Dolomitkanälchen als eine eutektische Verwachsung von Kalkspat und Dolomit bezeichnete. In der beigegebenen Abbildung,[2]) die er 1915 nochmals aber in umgekehrter Lage veröffentlicht hat,[3]) stellen die dunklen, schwarz erscheinenden Punktierungen und Linien den Dolomit dar, alles andere aber, mit Ausnahme des ganz oben noch in das Bild hereinragenden Serpentins ist Kalkspat. Das Bild gibt eine gute Vorstellung davon, daß es sich in Wirklichkeit bei den sogenannten dolomitischen Kanälen nicht um Kanäle handelt,

[1]) Der Titel dieses Buches, in dem er diese seltsamen Gedanken entwickelte, lautet: Die Urzelle nebst dem Beweis, daß Granit, Gneis, Syenit, Basalt, Meteorstein usw. aus Pflanzen bestehen: die Entwicklungslehre durch Tatsachen neu begründet von Dr. Otto Hahn, 1879.

[2]) Allgemeine Gesteinskunde, III Aufl., Fig. 96, S. 199 (1913).

[3]) Die Gesteinsbildenden Mineralien, III. Aufl. 1915, Fig. 145, S. 123.

sondern um isoliert im Calzit liegende Dolomitkörperchen, die aber perlschnurartig, mehr oder weniger dicht aneinander gereiht sind, so daß sie im Bilde wie punktierte Linien, oder wenn sie ganz aneinander gereiht sind, wie Eisblumen erscheinen. Es gehen die einzelnen Äste, die sich weiterhin und wiederholt dichotom verzweigen, von dem Zentrum eines Calzitkrystalles aus und laufen mehr oder weniger strahlenförmig ringsum aus, indem sie sich häufig auf diesen einzigen Calzitkrystall beschränken, manchmal aber auch noch mit ihren distalen Enden in unmittelbar ausstoßende Calzitkrystalle übergehen. Immer aber enden sie am Außenrande der Calzitkrystalle und wenn die benachbarten Calzite ebenfalls solche Kanalbüschel besitzen, dann gehen sie doch in keiner Weise in einander über. Wir haben es somit mit einer Reihe von neben einander liegenden, aber von einander unabhängigen Gruppen von Kanälchen zu tun, die sich außerdem noch durch ihre verschiedene optische Orientierung unterscheiden. Zwischen gekreuzten Nicols löscht nämlich der Dolomit einer jeden einzelnen Gruppe gleichzeitig aus und so kommt es, daß, wenn die eine Gruppe dunkel erscheint, die benachbarten gewöhnlich noch hell aufleuchten. Jede Gruppe entspricht somit einem einzigen Dolomitkrystall, der aber skelettartig von einem Calzitkrystall umschlossen ist. Gewöhnlich ist die optische Orientierung des Calzit- und Dolomitkrystalles eine verschiedene, sodaß, wenn der Calzit zwischen gekreuzten Nicols dunkel wird, der Dolomit hell aufleuchtet und umgekehrt, doch kommen auch Fälle gleicher Orientierung vor.

Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, daß der Calzit nicht zuerst da war und der Dolomit sich nicht erst nachträglich in röhrenförmigen Kanälen des Calzites ausgeschieden und diese dadurch ausgefüllt hat. Die Krystallisation beider Mineralien hat vielmehr gleichzeitig begonnen und sich fortgesetzt. Das ist auch der Grund, weshalb die proximalen Enden der Dolomitästchen immer im Innern eines größeren Calzitkrystalles liegen und daß sie sich von da aus in dessen periphere Teile ausstrahlend verzweigen und entweder am Rande des Calzitkrystalles enden oder sich noch auf einige, der sie umgebenden Calzitkrystalle ausdehnen. Wir haben es hier somit mit einer deutlichen mikropegmatitischen oder Implikationsstruktur zu tun, wie sie so häufig in Gesteinen von unzweifelhaft anorganischer Natur vorkommt und wie sie auch künstlich in eutektischen Gemischen erzeugt worden ist. Besonders sind die Verwachsungen von Calzit und Calziumoxyd von Bedeutung, die Boeke bei der Erstarrung von Calzitschmelzen erhielt.[1]) Daß zufällig auch eine gewisse Ähnlichkeit mit den Kanälchen in Dentinsubstanzen besteht, worauf schon frühere Autoren hingewiesen haben, mag nur nebenbei erwähnt

[1]) Neues Jahrb. f. Min. 1912. I. Bd.

sein mit der Bemerkung, daß diese Ähnlichkeit in Wirklichkeit doch nur eine sehr geringe ist und daß Organismen mit Dentinbildung in den geologisch ältesten Kalksteinen sicherlich nicht erwartet werden können.

### c) Die Serpentinkanäle im Kalk.

Diese Bildungen gehören zwar zu den auffälligsten und merkwürdigsten Eigentümlichkeiten des Eozoon canadense, aber auch für sie gilt dasselbe wie für die bereits besprochenen Chrysotilbänder und die dentinartigen Kanälchen, daß sie nemlich durchaus nicht immer vorhanden sind. Sie sollten nach Carpenter das Kanalsystem des „Zwischenskelettes" sein, ohne welche dieses nicht hätte entstehen können. Es wäre somit zu erwarten, daß es nirgends fehlt; in Wirklichkeit aber gibt es Schliffe genug, die keine Spur davon zeigen, und wieder andere sind damit nur an wenigen Stellen versehen, sonst aber frei davon, obschon in allen diesen Fällen das angebliche Zwischenskelett ganz gut und gleichartig entwickelt ist.

Möbius hat den Nachweis geführt, daß diese meist durch eine lederbräunliche Farbe ausgezeichneten und oft baumförmig verzweigten Kanäle im Querschnitt nur selten rundlich, sondern meist flächenhaft entwickelt sind und er nannte sie deshalb Stengel und lehnte jeden Vergleich mit den röhrenförmigen Kanälen der Foraminiferenschalen ab. Er hat sie jedoch leider mit den dolomitischen Kanälen zusammengeworfen und die Verschiedenartigkeit der Form und der chemischen Zusammensetzung beider übersehen. Zwar war es ihm aufgefallen, daß in den entkalkten Präparaten von Dawson und Carpenter, die er in seinen Fig. 3 und 7—9 farbig abgebildet hat, die Serpentinlager grünlich gelb, die Stengel aber bei auffallendem Lichte weiß erscheinen. Doch gab er einigen der größeren und breiteren Stengel einen schwachen Farbenton, wodurch sich diese von den feineren ganz weißen Kanälen unterscheiden. Die Bedeutung dieses Unterschiedes hat er aber nicht erkannt. Denn in Anlehnung an Carpenter gibt er nur an, daß alle diese Kanäle aus einer kieseligen Masse bestehn, während doch nur die dolomitischen Kanäle weiß, die Serpentinkanäle aber mehr oder minder farbig sind. Neben der chemischen Verschiedenheit besteht jedoch zwischen diesen zweierlei Arten von Kanälen auch noch ein auffälliger morphologischer Unterschied. Während nemlich, wie schon erwähnt, die dolomitischen im Zentrum einzelner Calzitkrystalle entspringen und mit ihren distalen Enden entweder die Serpentinlager gar nicht erreichen, oder wo sie es tun, nicht in sie eindringen, entspringen die Serpentinkanäle umgekehrt gerade aus den Serpentinlagern und verzweigen sich von da aus gegen das Innere der Kalklager. In ihrem Ver-

lauf sind beide Arten ganz unabhängig von einander und wo sie zusammen in den gleichen Calzitkrystallen vorkommen, setzen die Serpentinkanäle ungestört durch die dolomitischen hindurch und durchbrechen sie sogar, was nur möglich ist, wenn sie jüngerer Entstehung wie diese sind. Anders hingegen ist ihr Verhältnis zu den Chrysotilbändern. Nur wo letztere an der Außenseite der Serpentinlager fehlen, ist der direkte Zusammenhang der Serpentinkanäle mit diesen zu sehen. Man muß daraus den Schluß ziehen, daß die Chrysotilbänder jünger sind und sich auf Spalten gebildet haben, durch welche die ursprüngliche Verbindung der Kanäle mit dem Serpentinlager unterbrochen worden ist.

Die Serpentinausfüllung dieser Kanäle besteht aus einem feinkörnigen Aggregat, das aber sehr häufig durch eine bräunliche Trübung verhüllt wird, welche sich zwischen den Calzit und den Serpentin einschiebt und die Ausfüllung umhüllt, wie ein Handschuh den Finger. Die chemische Zusammensetzung dieser trüben Zwischenlage ist unbekannt. Sie ist es aber, welche den Kanälen jene lederbräunliche Farbe gibt, die sie so leicht erkennbar macht und recht auffallend von den Serpentinmassen der Lager unterscheidet. Wo sie hingegen fehlt, besteht die Leichtigkeit dieser Unterscheidung nicht, und es treten dann diese Kanäle nur erst zwischen gekreuzten Nicols mit voller Schärfe hervor. Zuweilen kann man recht deutlich sehen, wie diese Kanäle auf Spalten in den Kalk eingedrungen sind und sich auf denselben nach Art der Dendriten strahlen- und astförmig ausgebreitet haben. Es ist begreiflich, daß sie in solchen Fällen keine rundliche, sondern eine blattförmige Gestalt erlangten, wie diejenigen, welche Möbius durch Anätzung freigelegt und auf Taf. 32 abgebildet hat. Die fast stets vorhandenen rhomboëdrischen Spaltflächen des Calzites haben sie aber zum Eindringen in das Kalklager, wie es scheint, nicht oder doch nur ganz selten benutzt. Sie sind vielmehr auf anderen, von der Krystallform ganz unabhängigen Spalten eingedrungen. Wo diese blattförmigen Kanäle in der Ebene des Dünnschliffes liegen, treten sie recht auffällig hervor. Wo sie hingegen vom Schliffe quer beschnitten sind, hat man Mühe, sie wegen ihrer geringen Dicke zu erkennen. In solcher Lage sind sie deshalb wohl meistens übersehen worden.

Von diesen Kanälen verschieden sind andere durch die Art wie der Serpentin in die Kalklager eingedrungen ist. Im Dünnschliffe ähneln sie zwar zuweilen jenen, meistens aber zeigen sie andere Formen und immer fehlt ihnen jener trübe Überzug, sodaß sie nicht mehr so deutlich durch ihre Farben sich von dem umgebenden Calzit abheben. Nur King und Rowney scheinen diese Art beachtet zu haben (1866, S. 193 und 1869, S. 525, Fig. 3). Sie gaben dem

auf diese Weise eingedrungenen Serpentin den Namen Flocculit. Aber ihre Beschreibung ist schwer verständlich, da sie denselben zunächst nur an entkalkten Stücken erkannten. In guten Dünnschliffen sieht man von den Rändern der Serpentinlager unmittelbar ausgehend mikrokrystalline Aggregate von Serpentin in die Calzite vordringen. Sie folgen dabei einerseits den Spaltdurchgängen des Calzites und erzeugen da, wo zwei Spaltrichtungen sich kreuzen, indem sie in beide sich einschalten, eine eigenartige Gitterung. Anderseits kann ihnen diese Beziehung zu den Spalten auch ganz fehlen. Sie setzen dann in eigenartig wurmförmigen Partien durch den Calzit, die bald mehr die Form von miteinander in Verbindung stehenden Kanälen, bald mehr die von einzelnen unregelmäßig aneinander gereihten Einschlüssen haben. Bei letzteren stellt sich oft eine ausgesprochen radial-faserige pikrolithartige Struktur ein, durch welche sie sogar zum Teil ein sphärolithisches Aussehen erhalten. Ich betrachte alles dies als die Anfänge einer Verdrängungs-Pseudomorphose des Calzites durch Serpentin, der sich bei der Umwandlung von Peridot bildete und von seinen Mutterkrystallen aus in den Calzit ausgewandart ist.

Alle diese verschiedenen Serpentinkanäle müssen jünger als die Kalklager sein, aber sie sind keine Ausfüllungen von Hohlräumen, die zufällig schon da waren. Der Serpentin scheint sich vielmehr seinen Weg in den Kalk selbst gebahnt zu haben teils durch chemische Auflösung desselben, teils durch mechanisches Sicheinzwängen. Diese Einwanderung ging aber stets von den Serpentinlagern aus und so drängt sich von selbst die Vermutung auf, daß sie nur eine Begleiterscheinung der Serpentinisierung im Eozoon war. Es ist deshalb nötig, diesen Vorgang zunächst etwas genauer ins Auge zu fassen.

### 2. Die Serpentinbildung im Eozoonkalk.

In den vorausgegangenen Kapiteln wurde wiederholt auf die lagenartige oder lamellöse Struktur des Eozoon hingewiesen, die auf einem mehr oder minder regelmäßigen Wechsel von Kalk- und Serpentinlagen beruht. Es ist nun, ehe wir den Vorgang der Serpentinbildung betrachten, notwendig, die mineralische Zusammensetzung dieser beiderlei Lagen etwas genauer ins Auge zu fassen, wobei sich sofort ergibt, daß der Unterschied kein so einfacher und absoluter ist, als die Bezeichnung anzudeuten scheint. Die Serpentineinlagen sind nämlich durchaus nicht ganz kalkfrei und die Kalklager nicht serpentinfrei und beiden gemeinsam ist das Vorkommen der eingangs erwähnten Silikatmineralien und zwar insbesondere des Diopsides und Glimmers, der seiner Ausbildung nach wahrscheinlich ein eisenfreier und darum im Dünnschliff wasserhell erscheinender phlogopitartiger Magnesiumglimmer sein dürfte. In

den Kalklagen sind diese Mineralien, wenn auch nur in kleinen Exemplaren, nicht selten und der Glimmer etwa ebenso häufig wie in den Serpentinlagen, während der Diopsid allerdings in letzteren, besonders wo sie breiter werden, stark angereichert vorkommt. In den Kalklagen liegen jene Mineralien entweder zwischen den einzelnen Calzitkrystallen eingeschaltet, oder aber, und zwar gar nicht selten, bilden sie Einschlüsse in den Calzitkrystallen, sodaß letztere erst später oder höchstens gleichzeitig mit ihnen entstanden sein können. Diese Tatsache hat eine große Tragweite, denn wenn jene im Calzit eingeschlossenen Mineralien Erzeugnisse der Kontaktmetamorphose sind, was zurzeit wohl von niemanden bestritten wird, so muß dies auch für die Calzitkrystalle selbst insofern zutreffen, als sie ihre gegenwärtige Form ebenfalls dieser Metamorphose verdanken, nur mit dem Unterschied, daß ihre chemischen Bestandteile sicher in dem Gesteine selbst schon vorhanden waren und für sie eine Einwanderung aus einem fremden magmatischen Herde nicht in Betracht kommen kann, wie dies für die Silikatmineralien und den Apatit teilweise wenigstens der Fall ist.

Eine besondere Eigentümlichkeit dieser Calzitkrystalle, welche sie von den jüngeren Gangcalziten im Eozoonkalk deutlich unterscheidet, ist, daß sie von winzig kleinen Poren in großer Menge erfüllt sind, und infolgedessen selbst im Dünnschliff trüb erscheinen, stellenweise sogar undurchsichtig bleiben. Diese kleinen Hohlräume haben eine unregelmäßige Form und nur ihre starke randliche Lichtbrechung läßt sie im Dünnschliff so dunkel erscheinen. Wegen ihrer Kleinheit konnte ich nicht feststellen, ob sie einen flüssigen oder gasförmigen Inhalt haben, doch scheint es wahrscheinlich, daß sie Überreste jener Karbonatlösung bzw. freie Kohlensäure eingeschlossen haben, aus welcher die Calzitkrystalle hervorgingen. Nach den Abbildungen und der Beschreibung der „clubshaped cavities“, welche Johnston-Lewis und Gregory (l. c. S. 268) im Calzit der Sommablöcke gefunden haben, liegen hier ähnliche Bildungen vor. Auch sonst bestehen zwischen den kontaktmetamorphen Kalkauswürflingen des Mt. Somma und des Eozoon, wie schon früher erwähnt, morphologisch und genetisch große Ähnlichkeiten, wennschon die Kontaktmineralien in beiden ihrer Art nach Unterschiede zeigen. Es muß jedenfalls eine Zeit gegeben haben, in der die Eozoonstöcke den Sommaauswürflingen ungemein ähnlich waren; aber heute ist diese Ähnlichkeit nicht mehr so groß und Johnston-Lavis und Gregory haben sie sicher überschätzt. Was sie in den Sommablöcken als Äquivalente der nummuline layers und der sogenannten Stolonen auffaßten, kann in Wirklichkeit nicht damit verglichen werden, und ebenso trifft auch ihre Schlußfolgerung nicht zu, daß nämlich die

Eozoonsphäroide Kalkstein-Einschlüsse in vulkanischen oder plutonischen Massen sein müßten.

Die Entstehung der Silikatmineralien in dem Kalk und ebenso auch die eutektischen Verwachsungen des Dolomites mit dem Calzit weisen darauf hin, daß innerhalb der Kontaktzone der Kalk der Grenville-Schichten durch die Hitze des auf- und eindringenden Magmas zunächst in einen schmelzflüssigen Zustand übergeführt wurde, wobei aber die Kohlensäure nicht entweichen konnte. Nach Boekes[1]) Experimenten wäre dazu eine Temperatur von mindestens 1289° C. und ein Atmosphärendruck nötig gewesen, der einer auflastenden Gesteinsschicht von gegen 500 m entspricht. In dieser Flüssigkeit, über deren besonderen physikalischen und chemischen Zustand wir nur Vermutungen haben können, muß es magmatischen Bestandteilen möglich gewesen sein, einzudringen und sich vielleicht durch Diffusion darin auszubreiten, bis bei sinkender Temperatur Auskrystallisation eintrat. Wo die Carbonatlösung neben dem Kalk noch etwas Magnesium enthielt, mußten sich neben Calzit-auch Dolomitkrystalle ausscheiden und, wo die Mischung eine eutektische war, eine Imprägnations- oder mikropegmatitische Struktur entstehen. Überschüssige Kohlensäure oder andere in die Carbonatlösung eingedrungene Gase konnten nicht rasch genug bei der Krystallisation entweichen und wurden in winzigen Hohlräumen der Calzitkrystalle eingeschlossen.

Wenn diese Deutung richtig ist, dann ergibt sich, daß mit Ausnahme des Serpentines alle übrigen, den Eozoonkalk zusammensetzenden Krystalle erst während und infolge der Kontaktmetamorphose sich gebildet haben, daß also alle früher etwa in dem Grenvillekalklager vorhandenen Krystalle verschwunden und durch neue und zum Teil jedenfalls mineralogisch und chemisch verschiedenartige ersetzt worden sind. Nur die allgegenwärtigen winzigen Glimmerblättchen könnten davon eine Ausnahme gemacht haben und Reste des früheren Gesteins sein, weil sie die eindringende Hitze überstehen konnten, ohne dabei eingeschmolzen zu werden.

Erst nachdem die eigentliche Kontaktmetamorphose vollendet war, konnte die Serpentinisierung beginnen, von welcher ein großer Teil der neuen Kontaktmineralien betroffen worden ist. Die ältere Anschauung von Hunt und Dawson, wonach der Serpentin ein primäres Ausscheidungsprodukt des achäischen Meeres sei, braucht heute nicht mehr diskutiert zu werden. Umso notwendiger hingegen ist dies mit Bezug auf die herrschende Meinung über die

[1]) Boeke, H. E. Die Schmelzerscheinungen und die umkehrbare Umwandlung des Calziumcarbonats. Neues Jahrb. f. Min. 1912. Bd. I, S. 91.

Natur der Mineralien, aus der der Serpentin hervorgegangen sein soll. Es nehmen nämlich viele Autoren bis in die allerneueste Zeit an, daß der Serpentin hier ausschließlich aus Diopsid und teilweise auch aus Hornblende hervorgegangen sei. Allerdings hat schon 1876 O. Hahn Olivin als das Muttermineral angegeben, aber es ist nicht sicher, ob er solchen wirklich gesehen, da seine Mineralbestimmungen sehr ungenau waren, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß er Diopside für Olivin genommen hat. 20 Jahre später gab Blake[1]) an, Olivinreste im Serpentin erkannt zu haben, und Weinschenk[2]) hat 1913 diesen Olivin sogar als Forsterit bestimmt. Bei meinen Untersuchungen hat sich ergeben, daß in den Serpentinlagen ab und zu unregelmäßig begrenzte kleine Reste eines lebhaft polarisierenden Minerales vorkommen, die dem Peridot angehören können. Aber einen sicheren Beweis für die frühere Anwesenheit dieses Minerals fand ich nur in den die Krystallumrisse des Peridotes (Taf. V Fig. 2) zur Schau tragenden Serpentinkörnern, die in den mehr „acervulinen“ Teilen des Eozoonkalkes massenhaft in dem Calzitaggregate eingeschlossen liegen und die Dawson irrtümlich anfangs als besondere Organismen unter dem Namen Archeosphaerina, später aber als abgebrochene und auf dem Meersboden angehäufte Ausfüllungen der obersten und jüngsten Eozoonkammern beschrieben hat. (1888, S. 28 Fig. 2—4.)

Es muß also unter den Silikatmineralien des Eozoonkalkes der Peridot eine wichtige Rolle gespielt haben und zu jener Zeit, ehe er sich in Serpentin umgewandelt hatte, muß auch die Ähnlichkeit dieses kanadischen Kalksteines mit den Sommaauswürflingen eine sehr große gewesen sein, die aber nachher durch die Serpentinisierung wieder etwas verwischt wurde.

Der Serpentin des Eozoonkalkes zeigt sehr große strukturelle und genetische Unterschiede. Es lassen sich im Ganzen folgende Varietäten unterscheiden:

1. Der Peridot-Serpentin zeigt die charakteristische faserig lamellöse Maschenstruktur. Er bildet die Hauptmasse der Serpentinlagen und ebenso auch der einzelnen Serpentinkörner in dem ungebänderten acervulinen Ophicalzit, welche die Krystallflächen des Peridotes (wahrscheinlich Forsterit) meistens noch so deutlich erkennen lassen, daß über das Muttermineral dieses Serpentins kein Zweifel möglich ist.

2. Der Diopsid-Serpentin durchsetzt die Diopsidkrystalle auf unregelmäßigen Zerreißungsklüften. Er bildet schmale Adern, welche die Diopsid-

---

[1]) In der Abhandlung von Johnston-Lavis und Gregory, S. 274.

[2]) Grundzüge der Gesteinskunde. I. Teil, S. 198.

fragmente ganz umhüllen, manchmal auch so breit werden, daß die kleinen Diopsidbruchstücke stark zurücktreten. Auffälligerweise fehlt diesem Serpentin die faserige Struktur des Peridotserpentines vollständig. Große Partien desselben löschen unter gekreuzten Nicols einheitlich aus und wo eine Art von Faserung zu beobachten ist, läuft sie nicht quer, sondern parallel zur Längsrichtung der Blätter. Eine Verwechslung dieses Serpentines mit demjenigen, der aus Peridot hervorgegangen ist, wird kaum möglich sein. Inwieweit er mit diesem chemisch völlig identisch ist oder nicht, muß dahingestellt bleiben.

3. Der mikrokörnige Serpentin im Calzit, welcher die Kanäle ausfüllt oder auf Spalten des Calzites eingedrungen ist, besteht aus regellos gelagerten winzig kleinen 15 $\mu$ selten überschreitenden Körnern, von denen jedes einzelne entweder einheitlich auslöscht, oder aber eine faserige Struktur noch erkennen läßt. Die Maschenstruktur fehlt natürlich vollständig, so daß eine Verwechslung mit 1 und 2 ausgeschlossen ist.

4. Der Chrysotil-Serpentin ist aussschließlich auf die Serpentinlager beschränkt, in denen er gangförmig auftritt. Er ist nicht nur durch seine feinen geradlinigen Nadeln, sondern auch dadurch charakterisiert, daß letztere innerhalb ein und desselben Ganges stets zu einander parallel angeordnet sind, ohne Rücksicht auf den oft recht verwickelten Verlauf des Ganges und seiner Salbänder. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zur Faserung im Peridotserpentin, die vorzugsweise vertikal zu den Rändern der einzelnen Lamellen gestellt ist. Kleine Unregelmäßigkeiten in dieser ihrer Anordnung, sowie Verbiegung ihres geradlinigen Verlaufes kommen bei den Chrysotilfasern zwar vor, lassen sich aber deutlich auf mechanische Eingriffe zurückführen, welche erst nach ihrer Bildung eingetreten sind. Sowohl in Bezug auf ihre Breite als auch auf ihren Verlauf zeigen die Chrysotilgänge große Unregelmäßigkeiten, oft keilen sie sich plötzlich aus oder aber sie verzweigen sich und treten mit anderen in Verbindung. Auffällig ist es, daß viele auf der Grenze zwischen den Serpentin- und Calzitlagen liegen, doch halten sie auf größere Strecken diese Grenzen nie genau ein, verlassen sie stellenweise oder biegen ganz in das Serpentinlager ein. Oft nehmen sie auch Calzit auf, der zwischen den einzelnen Nadeln liegt und stellenweise so sehr zunimmt, daß die Chrysotilgänge im Streichen in reine Calzitgänge übergehen. Nicht selten sind auch Calzitgänge, die zwar keine eigentlichen Chrysotilnadeln führen, von deren Salbänder aus aber kurze, rasch sich zuspitzende Nadeln eine Strecke weit in den Calzit vorspringen. Dies alles beweist, daß die Bildung des Chrysotil- und Calzitgänge zeitlich zusammenfiel.

5. Als Pikrolith bezeichne ich kugelige, halbkugelige und kurz plattenförmig gekrümmte Serpentinpartien, welche vereinzelt oder zu unregelmäßigen Haufwerken vereinigt, sowohl in den Calzit- als auch in den Serpentinlagen vorkommen. Sie zeigen alle eine deutliche Faserstruktur mit mehr oder weniger radiärer bis deutlich spärolithischer Anordnung. Brauns [1]) hat den Namen Pikrolith auf derartige radiäre oder semiradiäre Serpentin-Varietäten beschränkt. Die Beibehaltung dieses älteren Namens erscheint mir recht nützlich, um im Eozoonkalk ein selbständiges Gebilde zu bezeichnen, das keine Ausfüllung von Gängen wie der Chrysotil bildet, sondern im Gestein nach Art konkretionärer Bildungen an Stelle früherer Gesteinsbestandteile getreten ist. In den Kalklagen ist es unsicher, ob der Pikrolith gleichzeitig mit dem mikrokörnigen Serpentin eingedrungen ist oder erst später. In den Serpentinlagen hingegen ist er, wie aus Figur 2 Tafel III deutlich hervorgeht, eine jüngere Bildung, welche sowohl den Olivinserpentin, als auch die diesen durchsetzenden Chrysotil- und Calzitgänge abschneidet, gewissermaßen aufgezehrt hat.

In genetischer Beziehung unterscheiden sich die fünf Serpentinarten dadurch, daß 1 und 2 Umwandlungsgebilde sind, die noch an der Stelle ihrer Entstehung liegen, während 3—5 auswanderten und sich anderwärts abgesetzt haben.

Auch in chronologischer Hinsicht besteht insofern ein Unterschied, als von den fünf Arten die Bildung der zwei ersten, jedenfalls zuerst eingesetzt hat.

Alles das beweist, daß der Vorgang der Serpentinisierung kein einfacher war, daß er längere Zeit in Anspruch genommen haben muß, und daß die chemischen Veränderungen und Absätze gewiß nicht auf eine einzige einfache Formel zurückgeführt werden können.

Die Hauptmasse des Serpentines stammt jedenfalls von dem Peridot ab, der sicher eine eisenarme Varietät und wahrscheinlich Forsterit war. Hunt hat eine chemische Analyse des Serpentines von Petite Nation veröffentlicht [2]) (II) und wenn man sie mit der theoretischen Zusammensetzung des Forsterites (I) vergleicht, so ergibt sich, daß die Umwandlung des Forsterites in Serpentin eine Wegfuhr von 15,54 oder bei Berücksichtigung des FeO Gehaltes von 14,08% Magnesia und eine Zufuhr von 13,48% Wasser erfordert.

[1]) Neues Jahrb. f. Min. 1887. Beilage. Bd. V, S. 316.

[2]) Die Analyse ist dem Handbuch der Mineralogie von Hintze entnommen.

| | I | II |
|---|---|---|
| $S_1O_2$ | 42.89 | 43.65 |
| MgO | 57.11 | 41.57 |
| $F_2O$ | — | 1.46 |
| $H_2O$ | — | 13.48 |
| | 100.00 | 100.16 |

Man kann den Vorgang auch ganz allgemein durch die Gleichung darstellen:

$$2\,(Mg_2SiO_4) = H_2Mg_3Si_2O_8 - Mg + 2\,H,$$

wenn man die Rammelsbergischen Formeln für den Serpentin benutzt. Zieht man hingegen die neuen Formeln vor, dann erhält man die Gleichung:

$$2\,(Mg_2SiO_4) = H_4Mg_3Si_2O_9 - Mg + 2\,H + H_2O.$$

Im ersten Falle besteht die Veränderung für 2 Moleküle Peridot in dem Austausche von 1 Mg mit 2 H. Nach der zweiten Gleichung käme noch ein Zugang von $H_2O$ hinzu. Mit Recht betont Zirkel,[1]) daß diese Auflösung und Wegfuhr des Magnesiums nicht von gewöhnlichem Wasser, sondern nur von einem, die Magnesiumsalze stärker angreifenden Agens, als welches in erster Linie die Kohlensäure in Betracht kommt, bewirkt werden kann. Für unseren Fall bedeutet dies, daß die Serpentinisierung nicht Folge einer gewöhnlichen Verwitterung, sondern kohlensäurereicher Thermen war, die sich in der Gefolgschaft der Gabbro-Intrusion und nach der Kontaktmetamorphose als vulkanische Nachwirkungen eingestellt haben.

Selbstverständlich konnten sich diese Wirkungen nicht auf den Peridot allein beschränken. Die Kohlensäure oder die sonstigen wirksamen Agenzien mußten auch die übrigen Bestandteile des Gesteins und insbesondere den Calzit und Pyroxen angreifen, während vielleicht nur der Glimmer davon unberührt blieb. Tatsächlich wurde ja auch der Diopsid schwach serpentinisiert, aber immer nur da, wo er mit dem Peridot vergesellschaftet war und seine Serpentinisierung nimmt zusehends mit der Entfernung von den Peridotlagen ab. Dieser Diopsid, der in der älteren Literatur meist als Malakolith bezeichnet worden ist, besteht nach einer Analyse, welche Dr. H. Steinmetz, Assistent am mineralogischen Institut der Universität München 1914 auszuführen die Freundlichkeit hatte, aus:

(I.) 55,03 $SiO_2$. 1,57 $Al_2O_3 + Fe_2O_3$. 25,28 CaO. 18,06 MgO. Sa. 100,54.

[1]) Lehrbuch der Petrographie. 1894. Bd. II, S. 390.

Zu dieser Analyse wurde ein Stück Diopsidfelsen benutzt, das ich ungefähr 15 m vom Kontakt mit dem Gabbro entfernt da geschlagen hatte, wo auf der Kartenskizze neben dem zur Waschhütte führenden Fußweg ein Kreuz eingezeichnet ist. Der Fels ist hier ganz frei von Karbonat und von Serpentin und enthält neben den großen Diopsidkrystallen nur noch kleine Partien eines himmelblauen Apatites, der nach einer qualitativen Analyse von Dr. Steinmetz Chlor aber keinen Fluor enthält. Im Dünnschliff zeigt dieser Diopsid dasselbe Aussehen, wie die Diopside im Eozoon, nur sind seine Krystalle viel größer.

Die Diopsid-Analyse stimmt sehr gut mit einer solchen von De Kalb New York [1]) (II.), überein, etwas weniger genau mit der Analyse eines weißen Diopsides von Greenville (III.). Ich stelle sie in der Tabelle neben die schon erwähnte Analyse eines Serpentines von Petite Nation (IV). Man ersieht daraus unmittelbar, daß die Umwandlung des Diopsides in Serpentin den vollständigen Abgang von $CaO$ und von $^1/_5$ der Kieselsäure und eine starke Zufuhr von $MgO$ verlangt.

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 55.03 | 55.12 | 52.54 | 43.65 |
| $Al_2O_3$ | 1.57 | 0.40 | 3.06 | 1.46 |
| $FeO$ | | 1.12 | | |
| $CaO$ | 25.88 | 25.04 | 24.64 | — |
| $MgO$ | 18.06 | 18.00 | 19.85 | 41.57 |
| $H_2O$ | — | — | — | 13.48 |
| | 100.54 | 99.68 | 100.09 | 100.16 |

Es ist vielfach angenommen worden, daß aller Serpentin im Eozoonkalk aus der Umwandlung von Diopsid und der stellenweise auch vorhandenen Hornblende hervorgegangen sei. Es sind aber die chemischen Vorgänge, welche dazu notwendig gewesen wären, nicht erörtert und die Quellen nicht nachgewiesen worden, welche die erforderliche große Menge von Magnesia gespendet haben könnten. Einen befriedigenden Aufschluß hierüber gibt uns die sicher gestellte ehemalige Anwesenheit eines forsteritartigen Peridotes, bei dessen Serpentinisierung $MgO$ frei wurde, welche den Umwandlungsprodukten des Diopsides zugeführt werden und zu deren Bildung anregen konnte, indem sie sich an Stelle des $CaO$ setzte, das als Karbonatlösung abzog. Daraus geht aber hervor, daß der Diopsid nur einen sehr kleinen Teil des Serpentines

[1]) Diese Analyse ist dem Handbuch der Mineralogie von Hintze entnommen.

im Eozoonkalk geliefert haben kann und daß bei Entstehung desselben jedenfalls andere chemische Umsetzungen wie bei dem Peridotserpentin stattgefunden haben. Damit erklärt sich auch, daß die Strukturen dieser beiden Serpentin-Varietäten sehr verschieden sind und es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß kleine chemische Verschiedenheiten zwischen beiden bestehen, deren Nachweis freilich sehr schwer zu führen sein dürfte.

Daß die thermalen Gewässer auch die Kalklager angreifen und teilweise auflösen mußten, ist sicher und nur so war es möglich, daß die sogenannten Serpentinkanäle in dem Calzit sich bildeten und die Verdrängungspseudomorphosen entstanden. Allerdings hat dies zur Voraussetzung, daß die aus Peridot entstehenden Serpentinmassen eine gewisse Beweglichkeit gehabt haben, da sie sonst auf den Raum der Peridotkrystalle beschränkt geblieben wären.

Eine solche Voraussetzung ist aber selbstverständlich, wenn wir bedenken, daß der Serpentin, der an Stelle des Peridotes getreten ist, ein ungefähr um $^1/_5$ geringeres spezifisches Gewicht als sein Muttermineral hat, während in den Atomgewichten zwischen beiden nur ein ganz geringer Unterschied besteht. Es konnte somit annähernd $^1/_5$ der serpentinisierten Peridotsubstanz in dem Raume der Mutterkrystalle keinen Platz finden. Die corrodierende Wirkung der Kohlensäure, welche die Serpentinisierung verursachte, schuf aber gleichzeitig in den anstoßenden Calzitlagen Raum, in welchen der überschüssige Serpentin einwandern konnte. So entstand der mikrokörnige Serpentin (3.) als unmittelbare Folge der Peridot- und Diopsid-Serpentinbildung. Die weiter fortschreitende Corrosion des Calzites konnte aber auch in der Weise tätig sein, daß überhaupt auf der ganzen Grenze zwischen den Calzitlagen und den von ihnen eingeschlossenen Serpentinlagen Auflösung des Kalkes und damit leere Räume entstanden, die sich langsam vergrößerten und in denen sich sowohl Serpentin- als auch Kalklösungen in Form jener Chrysotil-Calzitfasergänge absetzen konnten. Das erklärt auch, weshalb diese Gangbildungen auf die Serpentinlagen beschränkt sind und in den Kalklagen selbst nicht vorkommen.

Aber damit hatte die Wirkung der thermalen Gewässer ihr Ende noch nicht erreicht. Dieselben bewirkten stellenweise Auflösung ihrer eigenen Neubildungen und Teile der Serpentinlagen mit sammt ihren Serpentin- und Calzitgängen wurden auf diese Weise ersetzt durch eine neue Serpentinbildung in der Form des Pikrolithes (4.), wie sie in Figur 2 Tafel III dargestellt ist.

Der Serpentinisierungsvorgang im Eozoonkalk war somit nicht nur ziemlich verwickelt, sondern auch von langer Dauer, so daß an jeder einzelnen

Stelle des Kalkes verschiedenartige Generationen auftreten können. Doch ist dies nicht so aufzufassen, als ob den drei unterschiedenen Generationen der Serpentinbildung auch drei bestimmte und aufeinanderfolgende Zeiträume anzuweisen wären. Wenn also z. B. die in Figur 2 dargestellte Pikrolithbildung an jener Stelle sicher die letzte Bildung war, so können doch jene anderen Pikrolithbildungen, die so häufig in den Calzitlagen eingeschaltet vorkommen, zeitlich erheblich früher oder später als jene entstanden sein. Die Serpentinisierung war eben ein nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich fortschreitender Vorgang.

Somit erscheint es also möglich, alle die dem Eozoon canadense eigenartigen und bisher noch rätselhaft gebliebenen Strukturen als die Folgen einer zwiefachen Metamorphose durch rein anorganische Vorgänge zu erklären. Gleichwohl wird dadurch die Mitwirkung organischer Tätigkeit an sich nicht ganz ausgeschlossen und es bleibt die Frage noch immer offen, ob nicht doch Versteinerungen in den Kalksteinen durch ihre lamellöse Struktur jene lamellöse Anordnung der Kontaktmineralien bedingt haben könnten. Auf eine solche Vermutung ist Dawson ja um deswillen gekommen, weil die Eozoonbänderung auf eine bestimmte Zone beschränkt zu sein scheint, außerhalb welcher zwar die Kontaktmineralien auch noch vorkommen, aber nicht in dieser gebänderten Anordnung. Um hierüber ein Urteil abgeben zu können, ist es erforderlich, das Eozoonlager an Ort und Stelle zu untersuchen. Ich habe dies 1906 getan und will nun versuchen, die Gestalt des Eozoon zu schildern.

### 3. Die Gestalt des Eozoon.

Dawson war lange Zeit der einzige, der auf Grund genauer Ortskenntnis über die Gestalt des Eozoon canadense Auskunft geben konnte. Seinen Anschauungen darüber hat er 1888 eine entgiltige Fassung gegeben, die er aber 1895 (Geol. Mag. IV., T. II, S. 192) noch etwas vervollständigte. Danach hätte das Skelett der einzelnen Stöcke dieses Tieres, das nach seiner Organisation mit keiner systematischen Gruppe der lebenden Tiere genau übereinstimmen, sondern nach Art eines Sammeltypus Eigenschaften der Foraminiferen, Spongien und Hydrozoen in sich vereinigt haben soll, die Form eines breiten auf die Spitze gestellten Kegels, der aber auch in rundliche oder domförmig aufgewölbte Formen übergehen konnte. Die Lamellen des Skelettes lagen horizontal und liefen somit von einer Seite des Kegels zur anderen, ohne randlich durch eine besondere Hülle oder Schale umschlossen zu sein. Die untersten Lamellen waren stets am breitesten, die obersten wurden immer schmäler und lösten sich endlich in ein Haufwerk einzelner rundlicher Kammern auf.

Die nach oben gekehrte breite Seite des Kegels trug in ihrer Mitte meist eine konkave Vertiefung. Die Größe dieser Stöcke wechselte zwischen 2,5 und 15 cm; doch waren sie seitlich oft mit einander verwachsen zu bis über 30 cm breiten Stöcken, in denen sich von oben herein, aber ohne bestimmte Regelmäßigkeit, zylindrische Röhren herabzogen, die jetzt mit anorganischem Calzit oder Serpentin ausgefüllt sind und an deren Rändern die Lamellen des Skelettes stets sich etwas herunter biegen. Dawson nimmt an, daß diese Röhren den Zweck hatten, die unteren Kammerlagen mit frischem Wasser zu versorgen und er bezeichnete sie deshalb als osculiform, obschon die Oscula der Spongien keine Einfuhrs- sondern Ausfuhrsorgane sind. Diese Eozoonstöcke sollen auf dem Boden des Meeres empor gewachsen sein, als regelmäßige Kegel, die aber da, wo der Boden scharfe Kanten oder riffartige Erhöhungen, die jetzt zu Pyroxenknollen versteinert sind, hatte, unregelmäßigere Formen annahmen. Diese somit bodenständigen Tierstöcke sollen häufig durch das Meer selbst zerstört und zerbrochen worden sein, wobei die Bruchstücke zu einem Haufwerk aufgetürmt wurden, das jetzt den acervulinen Kalkstein oder körnigen Ophicalzit bildet. Der heutige, unregelmäßige, stark gewundene, geradezu meandrische Verlauf der Eozoonbänder soll erst später infolge starker tektonischer Gesteinsfaltungen entstanden sein. Die kalkfreien größeren Knollen von Diopsid oder von Serpentin werden als Konkretionen in dem Eozoonkalkstein aufgefaßt. Die Eozoonstöcke erscheinen manchmal an solchen Knollen angeheftet oder sind sogar in ihnen eingeschlossen, ein Verhältnis, das gerade so zu deuten sein soll, wie dasjenige zwischen den Versteinerungen in jüngeren Kalksteinen und den Feuersteinen oder Hornsteinen.

Wer von diesen Vorstellungen erfüllt, den Fundplatz bei Côte St. Pierre zum ersten Male betritt und nach diesen kegelförmigen Eozoonstücken sucht, wird enttäuscht sein. So erging es nicht nur mir, sondern auch vor Jahren Bonney, wennschon er seiner Enttäuschung einen Ausdruck verliehen hat, der mehr geeignet war, Dawsons Gefühle zu schonen, als den wahren Sachverhalt in ein klares Licht zu setzen.

Wie man in Verwitterungsböden häufig Bruchstücke des darunter anstehenden Kalksteines findet, welche die Form etwa eines Fischkopfes, einer Schlange oder eines Knochens angenommen haben, so kann man gewiß auch im Waldboden von Côte St. Pierre verwitterte Bruchstücke des Eozoonkalkes entdecken, die zufällig eine mehr oder weniger kegelförmige Gestalt besitzen. Im frischen unverwitterten Gestein hingegen sucht man danach vergebens. Hat man erst irgendwo die Eozoonbänderung auf anstehenden Felsen gefunden, dann kann man ihr weit nachgehen, ohne daß sie ein Ende nimmt, es wäre

denn, daß die Felsoberfläche unter dem Waldboden verschwindet. Freilich ist der Verlauf dieser Bänderung ein sehr unregelmäßiger, hin- und hergewundener und vielfach verschlungener, so daß man ihm folgend, im voraus nicht wissen kann, wohin er führt. Es gibt eben keine Begrenzung für das Eozoon und deshalb lassen sich auch keine Stöcke desselben herauslösen in der Weise, wie dies bei echten Versteinerungen möglich ist. Wäre es gleichwohl eine wirkliche Versteinerung, dann müßte es ein Tier von unglaublicher Länge gewesen sein, das mit seinem schmalen Körper — denn die Breite der Bänderung beträgt meist nur einige Centimeter — die seltsamsten Verbiegungen und Verrenkungen vornehmen konnte. Anstatt davon eine Abbildung zu geben, hat sich Dawson immer nur darauf beschränkt, einzelne Bruchstücke abzubilden und so kam es, daß wir erst im Jahre 1895 eine Zeichnung des Ganzen erhielten, die Bonney allerdings schon im Jahre 1884 an Ort und Stelle entworfen aber erst neun Jahre später veröffentlicht hat. Sie ist recht gut gelungen, wennschon wegen der Verkleinerung auf $^1/_{12}$. natürlicher Größe manche wichtige Einzelheiten weggelassen und vieles in allzu schematischer Weise zusammengezogen werden mußte. Bonney unterschied 1. die knolligen Kerne von hellem Diopsid oder hellgrünem Serpentin, 2. das dunkle, die Kerne umsäumende bis zu 13 mm breite Serpentinband und 3. die darüber folgenden Kalk- und Serpentinbänder des eigentlichen Eozoons, die zusammen eine Breite von 25—50 mm haben und die Kerne wie eine „Aureole“ umgeben. Er gibt an, daß die untersten dieser Bänder oft etwas dicker und unregelmäßiger wie die oberen sind, die zuweilen rasch aber nicht immer mit scharfen Grenzen in den gewöhnlichen krystallinen Kalkstein übergehen, der viele dunkle Serpentinkörner enthält und manchmal eine recht deutliche an Schichtung erinnernde Anordnung zeige.

Im Allgemeinen stimmt diese Beschreibung mit meinen Beobachtungen überein. Im einzelnen jedoch ist manches zu ergänzen. Die Diopsidkerne haben eine äußerst unregelmäßige Form, die mit der Bezeichnung „knollig“ nicht genügend charakterisiert wird, wie ein Blick auf Tafel IV Fig. 2 und 3 lehrt. An der Oberfläche der Felsen kann es allerdings so erscheinen, als ob die Kerne nur isolierte Knollen im Kalkstein bildeten, aber in Wirklichkeit hängen sie mit anderen knolligen Anschwellungen entweder unmittelbar zusammen oder legen sich doch so nahe an dieselben heran, daß sie zusammen unregelmäßig verzweigte perlschnurartige Reihen im Gestein bilden. Sie bestehen nicht ausschließlich aus Diopsid, noch weniger ausschließlich aus Serpentin, sondern dem stark vorherrschenden Diopsidaggregat ist Serpentin stets, aber in wechselnden Mengen und in schlierigen Partien beigemengt. Gegen

außen jedoch gewinnt er rasch und plötzlich die Oberhand über den Diopsid, so daß das Bild eines grünen Serpentinbandes entsteht, das aber in Wirklichkeit stets noch Diopsidkrystalle mit einschließt. Die Grenze dieses dunklen Bandes gegen den hellen Kern erscheint dem Auge oft schärfer als sie wirklich ist. Bei genauem Zusehen erkennt man, daß von dem Bande zahlreiche Serpentinschnüre sich in den Diopsidkern hereinziehen, so daß das Band mit letzterem wie verwurzelt erscheint. Die Breite desselben wechselt zwischen 0 und 3 cm, denn an manchen Stellen keilt es sich aus und verschwindet auf kurze Strecken auch ganz. Umgekehrt aber kommt es auch vor, daß der Diopsidkern zwischen diesen Bändern sich auskeilt, so daß dann zwei Bänder direkt auf einander zu liegen kommen, worauf Bonney bereits hingewiesen hat. Doch ist in manchen Fällen dieses Fehlen des Kernes nur scheinbar und hängt mit der tangentialen Lage des Felsoberflächenschnittes zusammen, die den Kern just nicht mehr getroffen hat. Man faßt dieses äußere Band wohl besser als eine Randfacies der Diopsidkerne auf, als daß man es als eine besondere Bildung davon abtrennt. Beiden gemeinsam ist das Fehlen von Calzit, der sich höchstens spurenhaft darin einstellt, besonders nahe dem Rande. Die Angaben von Bonney, daß die eigentliche Eozoonstruktur sich wie eine Aureole um den Kern legt, ist zutreffend, bedarf aber des Zusatzes, daß die Aureolen ebenso vielgestaltig wie die Kerne sind und daß sie in ihrer Breite sehr stark wechseln, manchmal sogar auf 0 herabsinken, dafür aber an anderen Stellen bis auf 12 cm anschwellen können, während sie durchschnittlich nur wenige Centimeter messen. Das Charakteristische dieser Eozoonbänderung besteht in dem Wechsel von Karbonat- und Silikatlagen, wobei die ersteren jedoch stets auch etwas Silikatmineralien und die letzteren Calzitkrystalle einschließen. Auch ist die Bänderung keine regelmäßige und absolute. Ihre welchselnde Form ist so oft schon abgebildet und beschrieben worden, daß es unnötig erscheint, dies nochmals zu tun; doch muß hervorgehoben werden, daß wenn auch Dawson im allgemeinen wohl mit seiner Behauptung Recht hatte, daß die Bänder nach außen an Breite abnehmen, es doch Ausnahmen gibt und manchesmal zu äußerst wieder eine Breitenzunahme eintritt. Auch die Unterbrechung der Bänder, längs senkrecht zu ihnen verlaufenden länglichen Streifen, die er als osculiform bezeichnete, ist richtig von ihm beobachtet, wenn auch falsch gedeutet worden. Bonney hat den Übergang der Eozoonstruktur in die des Ophicalzites als einen raschen, die Grenze aber als eine nicht immer scharfe bezeichnet. Dazu wäre zu bemerken, daß eigentlich nirgends eine scharfe Grenze besteht, denn der Versuch, diese Grenze etwa mit einer bestimmten Bleistiftlinie anzugeben, hat sich mir stets als unausführbar

herausgestellt, und selbst da, wo die eozoonale Bänderung bereits verschwunden zu sein scheint, taucht sie, wenn auch nur in Spuren, da und dort wieder auf oder macht sich in verschwommener Form im ganzen Ophicalzit bemerkbar, wie dies auch Bonney erwähnt hat und entsprechend seiner Auffassung der achäischen krystallinischen Gesteine als eine ursprüngliche Schichtung zu deuten versuchte.

Es ist wohl richtig, daß der Ophicalzit aus einem körnigen Aggregat, hauptsächlich von Calzit, Serpentin, Diopsid und Glimmer besteht, aber dasselbe ist keineswegs gleichmäßig entwickelt. An Serpentin reichere, meist durch hellgelbe bis grüne Farben ausgezeichnete Partien liegen unregelmäßig begrenzt in hellerer und kalkreicherer Umgebung von wechselnder Korngröße. Das ist überhaupt die Vorstellung, die man von dem ganzen Eozoonkalk gewinnt und die besonders deutlich auf den polierten Schnittflächen des von mir heimgebrachten Blockes hervortritt, als wären alle mineralischen Bestandteile aus langsamer Bewegung plötzlich erstarrt. Die angeschliffenen Flächen sehen deshalb aus wie Momentaufnahmen, durch welche der Bewegungsvorgang jählings fixiert wurde.

Nicht immer freilich zeigt das Eozoon die eben beschriebene Formentwicklung. Oft liegen nur einige Bänder im Ophicalzit, die Dawson teils als imperfekte Eozoen, teils als Bruchstücke bezeichnete. Er ging dabei stets von der Voraussetzung aus, daß Eozoon ein Organismus war, der entweder schon während der Sedimentbildung zerstört und in Bruchstücken in das Sediment eingebettet wurde oder der nach vollständiger Einbettung nur teilweise versteinerte. Die ganzen und zerbrochenen und die zu Kolonien vereinigten Stöcke aber sollten auf eine nur wenig mächtige Schichtlage beschränkt sein. So hat er es auch in einem geologischen Profil eingezeichnet, das übrigens auch sonst in mancher Beziehung den Tatsachen nicht entspricht. Ich habe mich von der Richtigkeit dieser Angaben nicht überzeugen können. Die Feststellung einer bestimmten Eozoonbank ist schon um deswillen unmöglich, weil eine richtige, der Schichtung entsprechende Bankung gar nicht zu sehen ist. Es läßt sich nicht beweisen, daß die Eozoonstruktur getrennter Aufschlüsse stets dem gleichen stratigraphischen Horizont angehört. Mit Dawsons diesbezüglicher Angabe stimmen auch die Aufschlüsse, die Fisher seinerzeit durch grabenartige Schurfe gemacht und über die Dawson selbst berichtet hat,[1]) nicht überein. Er hat Eozoon in einem Kalkstreifen von 13 m Breite angetroffen und weiterhin gegen das „Liegende“, das heißt

[1]) Quat. Journ., Bd. 32, S. 67, 1876, und l. c. S. 9, 1888.

gegen den Gabbro zu, nochmals im Kalkstein unvollkommene Eozoen angetroffen. Die genaue Lage dieser Schurfe ist leider nicht angegeben, aber aus der Größe ihrer Entfernung von den Gabbro ergibt sich, daß sie ungefähr auf dem Grundstücke von G. Lavigne gelegen sein müssen, da nur dort der Gabbro so nahe an die Eozoonzone herankommt. Auch in dem Kalkhügel östlich der Straße von Côte St. Pierre kommt Eozoon vor, wenn auch nicht so häufig und so vollkommen entwickelt wie im Westen. Daß es aber dort nur in einer bestimmten Bank vorkäme und daß dies dieselbe Bank wäre, wie im Westen, ist weder nachweisbar, noch wahrscheinlich. Der Unterschied zwischen vollkommenen und unvollkommenen Eozoen scheint mir darin zu bestehen, daß bei ersteren die Bänderung stets aureolenartig um einen nicht gebänderten Silikatkern gruppiert ist. Da hingegen, wo mitten im Ophicalzit die Serpentinkörner sich zu mehreren Streifen anordnen, die aber nur kurz aushalten und bald wieder in der unregelmäßig körnigen Struktur des umgebenden Gesteines verschwinden, kann man wohl von einer unvollkommenen Eozoonbildung sprechen, aber es fehlen die Beweise vollständig, daß dies Bruchstücke von Eozoonstöcken wären. Man sieht auch auf der Oberseite sog. vollkommener Stöcke nicht selten einzelne Bänder aus der Aureole sich loslösen und quer in den Ophicalzit vordringen, aber daß dies abgerissene und nur noch mit einem Ende an dem Stocke hängen gebliebene Lamellen seien, ist sehr unwahrscheinlich.

### 4. Die Bänderstruktur des Eozoon im Vergleich mit der von Cryptozoon.

Daß die Silikatmineralien im Eozoonkalk durch Kontaktmetamorphose entstanden sind, kann nicht länger bezweifelt werden, ebenso daß die lagenweise Anordnung solcher Mineralien in kontaktmetamorphen Kalksteinen auch anderwärts und besonders schön in gewissen Kalkauswürflingen des Mt. Somma vorkommen. Warum aber diese Bänderung verhältnismäßig so selten ist und in den meisten kontaktmetamorphen Kalksteinen fehlt, sowie welche besonderen Verhältnisse vorliegen müssen, damit sie zustande kommen kann, darüber wissen wir sehr wenig und die bisher gemachten Erklärungsversuche können nur den Wert von Vermutungen beanspruchen. Schon die Voraussetzungen über die Herkunft der chemischen Stoffe in den Kontaktmineralien, die gemacht werden müssen, ehe man an die Erklärung der lagenhaften Anordnung dieser Mineralien gehen kann, sind unsicher. Wieviel und welche Stoffe hat das Sedimentgestein von dem Gabbrostocke zugeführt erhalten? Die Antwort darauf wäre verhältnismäßig leicht, wenn man die chemische

Zusammensetzung des Sedimentgesteines vor Eintritt der Kontaktmetamorphose kennen würde. Das ist aber nicht der Fall, denn so weit wir sie kennen, sind die Grenvillekalke im östlichen Canada alle schon stark metamorphosiert, wenn auch in anderer Weise als hier bei Côte St. Pierre. Eingehende Untersuchungen über die verschiedenen Arten dieser Umwandlungen liegen allerdings nicht vor. Aus eigener Anschauung kenne ich nur die Grenvillekalke zwischen Papineauville und dem Eozoonfundplatz, wo sie (s. das Kärtchen) unmittelbar an den Ophicalzit anstoßen. Stansfield bezeichnet sie „als den normalen Kalkstein", in dem neben den grobkörnigen Karbonaten Glimmerblätter den auffälligsten Bestandteil bilden. Das stimmt mit meinen Beobachtungen überein. Nur möchte ich diese Ausbildung nicht als eine normale, sondern als die Facies der granitischen Kontaktmetamorphose bezeichnen.

Es ist nicht unmöglich, daß in dem Grenvillekalkstein ursprünglich schon Magnesia in wechselnder Menge vorkam. Man kann dafür als Begründung anführen, daß auch heute noch etwas, wenn auch wenig Dolomit in dem Eozoonkalk vorhanden ist, und daß an anderen Stellen dieser Marmor als Dolomit beschrieben worden ist. Weiter im Westen Nordamerikas kommen in den algonkischen Schichten nicht selten Kalklager vor und sie sind viel weniger umgewandelt, wie im Westen. Sie gehen aber häufig in echte Dolomite oder in stark kieselige Kalksteine und Dolomite über, so daß man, wenn schon die Gleichalterigkeit dieser mit den Grenvillekalksteinen im Osten nicht festgestellt ist, bei Côte St. Pierre doch mit jenen verschiedenen Möglichkeiten rechnen muß. Enthielt das dortige Kalklager nur wenig oder gar keine Magnesia und Kieselsäure, dann muß der heutige Gehalt an diesen Stoffen ganz oder doch zum größten Teil von dem Gabbro aus eingewandert sein, was an sich wohl denkbar ist, da dieser Gabbro nach der von Osann (l. c. S. 62) mitgeteilten und von Dittrich gemachten Analyse folgende Zusammensetzung hat.

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 52.19 |
| $TiO_2$ | 0.72 |
| $Al_2O_3$ | 14.52 |
| $Fe_2O_3$ | 3.19 |
| $FeO$ | 6.21 |
| $MgO$ | 6.57 |
| $CaO$ | 8.88 |
| $Na_2O$ | 3.65 |
| $K_2O$ | 1.53 |

| | |
|---|---|
| $P_2O_5$ . . . . . . . . . . . | 1.43 |
| $H_2O$ . . . . . . . . . . . | 0.53 |
| $CO_2$ . . . . . . . . . . . | 0.66 |
| | 100.08 |

Wenn hingegen ein magnesiumreicher Dolomit vorlag, dann war für die Bildung des Diopsides und Peridotes eine Magnesiumzufuhr insofern nicht erforderlich, als dieselbe dem sich zu Kalkmarmor umwandelnden, also dedolomitisierenden Dolomit unmittelbar entnommen werden konnte. Ob jedoch diese Mengen von Magnesia ausreichen konnten, um die vielen Magnesiumsilikate in dem Ophicalzit zu erzeugen, ist eine noch offene Frage, da quantitative Bestimmungen nach dieser Richtung hin nicht vorliegen und auch schwer zu machen wären wegen der großen Unbeständigkeit in der mineralischen Zusammensetzung des ganzen Lagers.

Auch über die Herkunft der Kieselsäure besteht keine volle Sicherheit, wennschon man meistens geneigt ist, dieselbe von dem Gabbromagna abzuleiten. Wäre jedoch das ursprüngliche Sedimentgestein ein Kieseldolomit gewesen, dann könnte sein Kieselgehalt zur Bildung der Silikatmineralien beigetragen haben, so daß eine Einwanderung nur in geringem Maße oder gar nicht vonnöten war.

Je nachdem die eine oder andere dieser Voraussetzungen zutrifft, haben wir uns auch die Umwandlungsvorgänge verschieden vorzustellen und nur ein Vorgang muß in jedem Falle eingetreten sein, nämlich die völlige Umgruppierung der ursprünglichen Mineralbestände zu neuen chemischen Verbindungen, aus deren heißen Lösungen oder Schmelzen dann die neuen Mineralien auskrystallisierten. Vorher waren Bewegungen in den gelösten Massen unausbleiblich. Inwieweit dabei mehr Injektions-, Konvektions- oder Diffusionsströmungen tätig waren, läßt sich zur Zeit nicht beurteilen. Der Versuch Liesegangs, die eozoonale Bänderung auf Diffusion mit rhytmischen Fällungen zurückzuführen, dem sich neuerdings auch Linck[1]) anschließt, hat etwas Bestechendes; aber es bleibt dabei vieles noch unklar. Vor allem ist zu beachten, daß sich die Ausführungen beider Autoren nicht auf das Eozoon canadense, sondern auf das sogenannte Eozoon von Hopunwaara in Finnland und auf das des bayer. Waldes beziehen. Diese unterscheiden sich aber in so vielen Punkten von dem canadischen Eozoon, daß eine Übertragung der bei jenen gewonnenen Ergebnissen auf dieses nicht ohne weiteres statthaft ist. Liesegangs Annahme, daß die Eozoonstruktur erst während der Serpen-

[1]) Chemie der Erde, 1914, Bd. I, S. 8.

tinisierung entstanden sei, muß für das canadische Eozoon auf das Entschiedenste abgelehnt werden. Seiner Annahme einer zentripetalen Diffusion der Kieselsäure, die auf die Tatsache gegründet ist, daß die Bänder gegen das Zentrum breiter werden und weiter auseinanderrücken, hat Linck noch die einer zentrifugalen der Magnesia hinzugefügt. Aber diese Annahme läßt sich in unserem Falle nicht aufrecht erhalten, weil der Kern aus einem Kalk-Magnesiasilikat besteht, das man sich wohl aus einem normalen Dolomit durch Zufuhr von $SiO_2$ entstanden denken kann, wobei jedoch der ganze Magnesiumgehalt aufgebraucht worden sein müßte, so daß keine Magnesia nach außen abdiffundieren und den Peridotbändern die nötige MgO liefern konnte. Diese mußte also von außen her kommen, was eine zentripetale Diffusion voraussetzt, die auch bei einem sich dedolomitisierenden Dolomit der Umgebung leicht möglich erscheint.

Auch über die Herkunft der Kieselsäure bestehen große Zweifel. Liesegang meint, sie könne wohl schon in dem ursprünglichen Dolomit vorhanden gewesen sein, doch verhält er sich einer Zuwanderung aus dem Eruptivherd nicht ganz ablehnend, während Osann, Stansfield u. a. letzteres unbedenklich annahmen. Für den Ophicalzit bei Côte St. Pierre ist es charakteristisch, daß größere Teile desselben fast ganz aus einem Magnesium-Kalksilikat bestehen, während andere ein Gemenge von Silikat- und Karbonatmineralien darstellen. Die Kieselsäure ist also nicht gleichmässig verteilt und die Zufuhr muß da eine größere gewesen sein, wo die Karbonate ganz verschwunden sind. Ohne Zweifel stellen die Diopsidfelspartien in dem Ophicalzit und die Diopsidkerne in dem Eozoon Stellen größter Kieselsäurezufuhr dar, und da die Eozoonkerne, wie wir gesehen haben, nicht isoliert sind, sondern unter einander und wahrscheinlich auch mit den größeren Diopsidfelspartien in Zusammenhang stehen, so wäre es recht wohl möglich, daß gerade sie die bevorzugten Zufuhrswege der Kieselsäurelösungen darstellen, die von dem Gabbro weg in das ursprüngliche Karbonatgestein führten. Sie konnten auch nicht etwa durch die Bildung des Diopsides für weiteren Nachschub verstopft werden, denn ein Nachdiffundieren von Kieselsäure blieb immer möglich, die dann weiterhin von den Diopsidkernen zentrifugal in den Dolomit hinein diffundierte, wo ihr in zentripetaler Richtung MgO entgegendiffundieren konnte. Hiermit wären die Bedingungen zur Bildung kalkfreier Magnesiumsilikate (Peridot) gegeben gewesen, die sich bald und vielleicht infolge rhytmischer Fällung in Form der Eozoonbänder, bald in mehr schlierenartiger Weise anordneten. Damit würde sich auch ganz von selbst erklären, weshalb der Diopsidgehalt im Eozoon nach außen immer mehr und mehr abnimmt und durch Peridot bzw. Serpentin ersetzt wird.

Dies scheint mir unter den vorhandenen diejenige Erklärung zu sein, die den beobachteten Tatsachen am meisten gerecht wird, doch verkenne ich nicht, daß es sich dabei nur um eine Hypothese handelt, die sofort in sich zusammenfiele, wenn z. B. der Nachweis geführt werden könnte, daß die Kieselsäure nicht magmatischen Ursprungs ist, sondern vorher schon im Dolomit in Form von Kieselknollen oder Kieselbändern vorhanden war und nur durch die Kontakthitze in Lösung gebracht, sich mit dem Kalk und der Magnesia ihrer Umgebung verband. Ohne Zweifel würde dann die Form der primären Verteilung des $SiO_2$ auf die der daraus entstehenden Silikatmineralien einen bestimmenden Einfluß ausgeübt haben, und so wäre es möglich, daß die eozoonale Bänderung schon in der Anlage vorhanden war, lange bevor die Kontaktmetamorphose eintrat.

Eine solche Betrachtungsweise wird es wohl gewesen sein, die Walcott bestimmt hat, an der organischen Natur des Eozoon festzuhalten und für seinen Hinweis auf einen cryptozoonartigen Organismus mag der Umstand maßgebend gewesen sein, daß gerade bei Cryptozoon zwischen den kalkigen Cönostlagen des Tieres kieselige Sandlagen eingelagert vorkommen, die sich unter dem Einfluß der Kontakthitze und von hinzudiffundierendem $CaO$ und $MgO$ allenfalls zu Diopsid und Peridot umwandeln konnten. Wir haben somit zu untersuchen, ob die Eozoonstruktur mit derjenigen von Cryptozoon wirklich so viel Ähnlichkeit hat, um die Vermutung Walcotts berechtigt erscheinen zu lassen.

Bei diesem Vergleiche müssen wir davon ausgehen, daß die Kalklamellen des Eozoon den Cönostlamellen bei Cryptozoon entsprechen sollen und wenn erstere auch, wie wir bereits festgestellt haben, keine Cönosarkröhren zeigen und die sogenannten Eozoonkanäle rein anorganischen Ursprungs sind, so kann uns dies doch nicht von dem Versuche eines Vergleiches zurückschrecken, weil ja bei der tatsächlich eingetretenen und durchgreifenden Metamorphose des ganzen Gesteines diese feineren Strukturen unmöglich erhalten geblieben sein können. Sind sie ja doch auch bei Cryptozoon durch den viel einfacheren Dolomitisierungsprozeß überall da verschwunden, wo dieser eingetreten ist. Auch bräuchten die Umrisse der kieseligen Lamellen nicht genau die Form wie bei Cryptozoon zu zeigen, weil sie, wenn die Sandlagen wirklich in Diopsid, Peridot und Glimmer umgewandelt wurden, sicherlich Formveränderungen durchgemacht haben müßten. Nur ihre ursprüngliche Anordnung in dem Stocke und ihr Verhältnis zu den Kalklamellen konnten dabei keine wesentliche Umformung erfahren. Was dann weiter die Silikatmineralien betrifft, welche vereinzelt, aber durchaus nicht selten bei Eozoon in den Kalklamellen eingeschlossen vorkommen, so könnte auch für sie bei Cryptozoon in den Sand-

körnern, die vielfach im Cönost selbst eingeschlossen liegen, ein Analogon vermutet werden. Ein Vergleich der Fig. 1 Taf. III mit Fig. 2 u. 3 Taf. I lehrt uns nun zwar, daß die Lamellenstrukturen bei Eozoon und Cryptozoon keineswegs sehr viel Ähnlichkeit haben und daß das Eozoontier jedenfalls eine von dem Cryptozoontier erheblich verschiedenes Wachstum gehabt haben müßte, aber immerhin könnte dies auf die generische Verschiedenheit beider Organismen geschoben werden. Schwieriger wird es hingegen, diesen Vergleich aufrecht zu erhalten, sobald man von der Betrachtung einzelner Bruchstücke zu der des gesamten Fossils übergeht. Cryptozoon bildet stets wohlbegrenzte, von seiner Umgebung scharf abgegrenzte Stöcke von geringer Ausdehnung. Sie wachsen von bestimmten Stellen des Meeresbodens aus in die Höhe und Breite und ihr Wachstum war stets ein beschränktes. Eozoon hingegen gruppiert sich immer um einzelne fremde Kerne, die es allseitig umhüllt, so daß, wo solche Kerne mit anderen benachbarten dicht zusammengedrängt oder ganz zusammenhängend sind, das Eozoon alle diese Kerne gemeinsam umsponnen hat. Darin besteht zwar scheinbar eine gewisse Ähnlichkeit mit Spongiostroma, das ebenfalls einen oder mehrere Fremdkörper „aureolenartig“ umschließt, aber in Wirklichkeit sind diese Fremdkörper bei Spongiostroma immer sehr klein, entweder Bruchstücke von Korallenstöcken oder einzelne Muschelschalen oder Echinodermenglieder, so daß die tierische Inkrustation im ganzen stets klein und beweglich blieb. Das ist eine biologisch leicht verständliche Eigenschaft, die wir bei allen knolligen Tier- und Pflanzenkolonien wiederkehren sehen. Andernfalls wäre das periphere Wachstum derselben unmöglich. Die Eozoonkerne hingegen sind viel zu groß und schwer, um eine allseitige Inkrustation durch eine Tierkolonie zu gestatten. Ein drittel Meter große Kerne sind nicht selten und manche erreichen noch viel erheblichere Größen. Ein einseitiges Wachstum nach oben und nach den Seiten wäre da wohl möglich, nicht aber ein gleichzeitiges auch nach unten. Für Eozoon ist aber gerade die allseitige Entwicklung der Bänder rings um die Kerne die Regel, von der bis jetzt eine Ausnahme noch gar nicht beobachtet worden zu sein scheint. Diese Tatsache allein schon genügt, um dem Biologen die organische Natur des Eozoon äußerst verdächtig zu machen. Dazu kommt dann noch weiter, daß die Bänder in der Regel nach der Peripherie der Stöcke schmäler werden. Das Gegenteil wäre verständlicher, wenn auch nicht gerade erforderlich, aber daß außerdem nicht nur die Kalkbänder, sondern auch die Serpentinbänder, also im Sinne eines Vergleiches mit Cryptozoon, sowohl die Cönostlagen als auch die Sandeinlagerungen an Dicke nach außen abnehmen, ist biologisch ganz unverständlich und bleibt es erst recht auch dann, wenn man etwa zur alten Erklärung

Carpenters seine Zuflucht nehmen und in den Serpentinlagen Ausfüllungen von Foraminiferenkammern sehen wollte.

Wir kommen somit zu dem Schlusse, daß der Gesamthabitus des Eozoons keinen Vergleich, weder mit lebenden noch mit ausgestorbenen Organismen, zuläßt. Da aber dasselbe auch für die innere Struktur, wie wir bei Betrachtung der Kanäle gesehen haben, gilt, so fehlt ein Tertium comparationis überhaupt.

### 5. Zusammenfassung.

Das Eozoon canadense kommt in Kalkgesteinen der Grenvilleschichten vor, die zweifellos ein vorsilurisches Alter haben, von denen wir aber nicht sicher wissen, ob sie cambrisch oder präcambrisch sind. Diese Grenvillekalksteine sind aller Orten in Marmor umgewandelt, der reich an Magnesiaglimmer ist. Er war ursprünglich wahrscheinlich ein dolomitischer Kalkstein; doch ist über die Größe und Beständigkeit der Magnesiabeimengung, sowie über einen etwaigen ursprünglichen Kieselgehalt nichts bekannt.

Bei Côte St. Pierre verschwindet dieser Magnesiaglimmer da, wo das Eozoon auftritt und statt dessen stellen sich Diopsid, Peridot-Serpentin, ein heller paragonitartiger Glimmer, sowie einige andere Silikatmineralien und Apatit ein, als Folge einer von dem anstoßenden Gabbrostocke ausgehenden Kontaktmetamorphose. Inwieweit diese Kontaktmineralien durch Stoffzuführung von seiten des Gabbros oder durch Umlagerung von vorher schon in dem Kalkstein vorhandenen Stoffen entstanden sind, ist mit Sicherheit nicht festzustellen, doch muß jedenfalls die Wärmezunahme während der Metamorphose die Schmelztemperatur der Karbonate überschritten haben. Bei abnehmender Wärme krystallisierten erst die Silikate und später der Calzit, sowie der Dolomit zum Teil in mikropegmatitischer Verwachsung mit Calzit aus. Letzterer schloß zahlreiche Gasbläschen, wahrscheinlich von freier Kohlensäure in winzigen Hohlräumen ein, die dem Kalk bei durchfallendem Lichte eine eigenartige Trübung verleihen. Sei es infolge einer schon ursprünglich vorhandenen ungleichmäßigen Verteilung der chemischen Substanzen, sei es infolge örtlich gesteigerter Zufuhr von neuen Stoffen, insbesondere von Kieselsäure, hat der Marmor eine sehr wechselnde Zusammensetzung erhalten. Nur stellenweise besteht er fast ganz aus Diopsid, zumeist aber liegen Krystalle von serpentinisiertem Peridot, Glimmer und Diopsid mit Calzit wirr durcheinander und bilden entweder einen gleichmäßig körnigen Ophicalzit oder aber die Korngröße wechselt ebenso wie die Anteilnahme der genannten Mineralien entweder ganz regellos oder so, daß eine schlierenartige Struktur entsteht. Am

auffälligsten ist die bänderartige Gruppierung der Mineralien, wobei Lagen von vorherrschendem Calzit und solche von vorherrschendem Serpentin oder Diopsid und Serpentin mit einander abwechseln. Solche Bänderung stellt sich um mehr oder minder große Kerne von Diopsid ein, beginnt gewöhnlich mit einem breiten dunklen serpentinreichen Band, der Randfacies der Kerne, und dann folgt eine mehr oder minder große Anzahl von Bändern, die mit abnehmender Breite nach außen die Kerne aureolenartig umgeben und sich von einem Kerne zu dem andern hinüber fortsetzen mit so wenig Unterbrechungen, daß sie von einigen Autoren sogar für die ursprünglich horizontale Schichtung des Sedimentes genommen worden sind, die später erst infolge von Gebirgsfaltung so stark verbogen und aufgerichtet wurde. Eine vollkommen einwandfreie Erklärung ihrer Entstehung ist zwar noch nicht gefunden, aber es erscheint recht wahrscheinlich, daß sie durch das Zusammenwirken einer zentrifugalen Diffusionsströmung der Kieselsäure von den Kernregionen aus und einer zentripetalen der Magnesia von der dolomitischen Umgebung her erzeugt worden ist.

Erst nachdem das Kalklager die Gestalt eines Marmors angenommen hatte und die Wärme stark gesunken war, trat wahrscheinlich infolge thermaler Vorgänge die Serpentinisierung des Peridotes ein, durch welche auch der Diopsid teilweise ergriffen und der anstoßende Calcit pseudomorphisiert wurde. Zugleich drang dabei der Serpentin auf Spalten und Rissen in Form verzweigter blattartiger Kanäle in den Kalk ein.

Mit organischer hat die eozonale Struktur nichts gemeinsam und die Versuche, das Eozoon canadense als älteste Versteinerung unserer Erde zu retten, sind als aussichtslos aufzugeben.

## III. Die „archäischen" Versteinerungen vom Steeprock-lake in Canada.

### 1. Die geologischen Verhältnisse.

In der Einsamkeit der canadischen Wälder lag der merkwürdig gestaltete Steeprocksee lange verborgen. Er wurde geologisch erst vor 25 Jahren von Henry Lloyd Smyth [1]) entdeckt und beschrieben.

Smyth unterschied unter den Gesteinen, in denen der See eingebettet liegt, das granitische Grundgebirg als ältestes, auf welches neun wohl unterscheidbare jüngere Gesteinshorizonte folgen, nämlich: 1. ein basales Konglomerat, 20—30′ mächtig, 2. den unteren Kalkstein (500—700′), 3. die eisenführende

[1]) The Structural Geology of Steeprock Lake, Ontario. Am. Journ. Sci., 3rd Series, Vol. 42, 1891, pp. 317—331.

Formation (bis 600'), 4. eine Trappeinlagerung (bis 1000'), 5. kalkhaltigen Schiefer (600'), 6. ein oberes Konglomerat (bis 100'), 7. Grünstein (bis 14000'), nach oben in Agglomerate übergehend, 8. graue Tonschiefer. Diese ganze Reihe nannte er die Steeprockserie, zum Unterschied von einer anderen, im Süden liegenden, der Aticokan-Serie, die aus jüngeren Graniten, Porphyren und Hornblendefelsen bestehen soll. Über die Stellung dieser zwei Serien im stratigraphischen System hat er sich nicht geäußert.

Daraufhin erhielt dieser See von Zeit zu Zeit den Besuch von Geologen, die die Steeprockserie in das stratigraphische System einzureihen versuchten. W. H. C. Smyth[1]) erklärte sie 1893 für jünger als Keewatin, Colman[2]) 1897 und Mac Innes 1899 reihten sie noch in das Keewatin selbst ein, während Van Hise und Leith[3]) sie 1911 ins untere Huron stellten.

A. C. Lawson widmete dieser Gegend 1911 einige Tage und überzeugte sich dabei von der Existenz einer besonderen achäischen Schichtserie, die diskordant auf dem älteren Granit liegt. Aber er gliedert dieselbe anders als Smyth, indem er nur vier Horizonte unterscheidet, nämlich: 1. das basale Konglomerat, 2. den Kalkstein, 3. vulkanische Asche und 4. an Quarzsand reiche Grünschiefer mit eingelagerten Diabasen. 5 und 6 bei Smyth sollen infolge muldenförmiger Lagerung der Schichten nur eine Wiederholung von 1 und 2, aber in umgekehrter Reihenfolge, sein. 7 trennt er von der Steeprock-Serie ganz ab und stellt sie ins Keewatin, während 8 gar nicht vorhanden sei. Ebenso rechnet er auch die Atikokan-Serie von Smyth zum Keewatin, in dem somit die Schichten der jüngeren Steeprock-Serie in Form einer etwas komplizierten Mulde eingefaltet liegen sollen. Für den internationalen Geologenkongreß in Toronto hat dann W. L. Uglow 1913 im Guide-book Nr. 8 auf S. 46—53 eine kurze Beschreibung der Umgebung des Sees mit Beilage eines geologischen Kärtchens im Maßstabe 1 : 77000 gegeben. Er vertrat dabei die Auffassung Lawsons. Auf der Karte werden innerhalb der Steeprock-Serie eine untere Abteilung, das basale Konglomerat und der Kalkstein und eine obere Abteilung, die vulkanische Asche und der Grünschiefer mit seinen Diabas-Dioritlagen ausgeschieden und beide Abteilungen ins untere Huron gestellt. Ein Autor ist für die Karte nicht angegeben. Nach Angaben, die mir in Atikokan gemacht worden sind, haben eine Anzahl Studenten sich längere Zeit, in Zelten kampierend, am See aufgehalten und dabei die geo-

[1]) Bull. Geol. Soc. Am. Vol. IV, 1893.
[2]) Bull. Geol. Soc. Am. Vol. IX, 1897.
[3]) The Geology of the Lake Superior Region. U. S. G. S. Mon. LII, 1911.

logische Kartierung durchgeführt, die sich im wesentlichen auf die Ufer des Sees und die Eisenbahnstrecke der Canadian Northern Railway beschränkt.

Alle diese Versuche, die Gesteine jener Gegend chronologisch zu klassifizieren, gründeten sich ausschließlich auf deren petrographische Beschaffenheit und Lagerungsverhältnisse. Sie führten dabei zu Ergebnissen, die nicht stark auseinander weichen, denn die einen versetzten die Steeprock-Serie ins Keewatin, die anderen in das nächst jüngere untere Huron. Durch den Fund von Versteinerungen im Kalkstein, den Lawson machte, war es dann aber Walcott möglich, eine paläontologische Altersbestimmung zu versuchen. Er kam dabei zu dem merkwürdigen Ergebnis (im Anhang zu Lawsons Arbeit 1912, S. 17), daß er geneigt wäre, Atikokania, unter welchem Namen er die Versteinerungen beschrieb, als ein untercambrisches Genus zu betrachten, wenn nicht die stratigraphische Stellung der Schichten als eine archäische so sicher bestimmt wäre. Es hatte sich somit zwischen den Ergebnissen der zweierlei Bestimmungsarten ein noch ungelöster Widerspruch ergeben, der mich zu einem Besuch dieser Gegend anreizte.

Am 16. August 1913 kam ich mit der internationalen geologischen Exkursion C 1 mittags in Atikokan an und alsbald gingen wir unter Führung von Adams, Lawson und Uglow in nördlicher Richtung auf einem Waldpfad zum See, der in 1½ Stunden erreicht wurde. Boote führten uns von dort am Jackpine Point vorbei zum basalen Konglomerat, welches nach Lawson die Grenze zwischen den westlichen Keewatinschiefern und dem östlichen Steeprockkalkstein bildet. Dann fuhren wir zum Ostufer der East Bay hinüber, um die Kalkfelsen und deren Versteinerungen bei Point 1 und 2 und am Trueman Point zu studieren. Die Rückfahrt gestattete wegen vorgerückter Zeit keine weiteren Beobachtungen. Während am Abend die Kongreßmitglieder weiter fuhren, blieb ich noch zwei Tage da und konnte so in Begleitung des Prospektors Roggers auch noch verschiedene andere Stellen des Seeufers untersuchen und insbesondere eine größere Menge der fraglichen Versteinerungen sammeln.

Im allgemeinen fand ich die Angaben der geologischen Karte zutreffend und lernte auch verstehen, weshalb die Eintragungen auf derselben sich auf die Nähe des Seeufers beschränken. Sobald man sich nämlich vom Ufer landeinwärts begibt, verschwinden die guten Aufschlüsse, welche die Uferfelsen geben, sehr bald fast ganz in dem oft schier undurchdringlichen Dickicht. Was ich anders fand, als es die Karte angibt, werde ich im Nachfolgenden erwähnen.

Am Eingang zu der kleinen Bucht am Nordwestrande des Sees,

verzeichnet die Karte zwei Kalksteinfelsen, die wie Torhüter zu beiden Seiten des Einganges stehen und gegen Osten und Norden an den Granit anstoßen sollen. Der westliche Kalkfelsen jedoch ragt, wie ich mich überzeugt habe, ganz isoliert aus dem See und Waldboden auf und auch der östliche Kalkfelsen stößt im Osten nicht an Granit, sondern an Grünschiefer an, wie dies aus dem nachfolgenden Profil unmittelbar zu ersehen ist. Der Kalkstein selbst ist fast ausschließlich echter Dolomit, der aber außerdem teilweise reich an Braunspat und Kieselausscheidungen ist und stellenweise in eine mächtige Dolomitbreccie übergeht. Nach einer qualitativen Analyse des Herrn Dr. Steinmetz besteht der Dolomit dieser Breccie aus Karbonat von Calzium, Magnesium und Eisen (Mangan fehlt) und sein unlöslicher Rest aus Quarz. Das Bindemittel, welches die eckigen Dolomitstücke zusammenhält ist fast ausschließlich etwas manganhaltiger Braunspat, doch kommen darin auch stellenweise Calzitkrystalle vor. Der hier in einer Mächtigkeit von über 100 m aufgeschlossene Steeprocklimestone besteht somit aus einem kieseligen Dolomit, der stellenweise auch als Eisendolomit bezeichnet werden könnte, denn die östlichsten Bänke sind so reich an Eisen, daß sie rot anwittern. Ein nur wenig über 1 m breiter Streifen verschütteten Geländes trennt diesen Eisendolomit von den Grünschiefern und Diabasen, die weiterhin gegen Osten die Küste aufbauen. Da die Dolomitbänke bei nordsüdlichem Streichen senkrecht stehen, ist es ungewiß, ob die Grünschiefer ihr Liegendes oder Hangendes bilden: je nachdem würden sie zum Keewatin Lawsons oder zur oberen Abteilung der Steeprock-Serie zu rechnen sein. Im ersteren Falle müßte man annehmen, daß das basale Konglomerat hier entweder nicht entwickelt ist, oder unter dem schmalen Geländestreifen verborgen liegt. Die Karte gibt hier Granit an und es mag ja auch sein, daß solcher weiterhin vorkommt, aber die wirklich anstehenden Grünschiefer und Diabase gleichen durchaus denen, die in der Keewatinformation Lawsons vorkommen.

Auch der schon erwähnte Kalkfelsen[1]) auf der Westseite dieser Bucht, besteht durchaus aus Dolomit, der ebenfalls reich an $SiO_2$ ist und zum Teil auch Eisencarbonat enthält. Er ist wohl gebankt und streicht N 45° O. Die Bänke stehen zum Teil saiger, zum Teil fallen sie steil nach SO ein. Er wird von vielen Quarzgängen durchsetzt, die teilweise große Quarzkrystalle, stellenweise auch Calzit enthalten. Sehr auffällig bemerkbar machen sich in diesem kieseligen Dolomit Knollen, die aus verschiedenartigen konzen-

[1]) Bemerkenswert ist, daß neben diesem Felsen auf seiner Südseite und ganz nahe dem Ufer eine ganz gute Quelle im Walde entspringt. Eine andere liegt am Nordufer des Falls Bay, östlich neben dem dortigen Dolomitfelsen. Sonst traf ich nirgends trinkbares Wasser an.

trischen, braun anwitternden Lagen zusammengesetzt sind. Da sie etwas an Stromatoporen erinnern, habe ich Stücke davon mitgenommen für ihre mikroskopische Untersuchung, deren Ergebnisse hernach zu erwähnen sind. Auch hier ist an einigen Stellen der Dolomit brecciös entwickelt und es liegen auch eckige, andersartige Gesteinsstücke in ihm eingebettet. Ein solches, bis 1 m langes Schieferstück täuscht sogar auf den ersten Blick eine Schieferbank vor. Unter den eckigen, fremdartigen Stücken gelang es mir aber nicht, solche von laurentischem Granit aufzufinden. Das nachfolgende Profil berechtigt zur Schlußfolgerung, daß hier ein jüngerer Dolomit muldenförmig in den älteren Schiefer eingesenkt sei.

Für einen Besuch der Konglomerat-Bay reichte mir leider an keinem der drei Tage die Zeit aus, was ich sehr bedauere, weil dort das Konglomerat wohl besonders gut und besser zu sehen sein möchte, als anderswo. Smyth (S. 322) sagt: „die Formation erscheint am Ostende der Konglomerat-Bay als ein grobes Konglomerat. Die unterste am Ufer aufgeschlossene Lage besteht aus vom Wasser abgerundeten Geröllen von Quarz und Grünstein (Granitgerölle waren hier nicht zu finden), die von beträchtlicher Größe bis zu 1' im Durchmesser in einer grünen, schieferigen Gesteinsmasse eingebettet sind. In den höheren Lagen werden die Gerölle kleiner und seltener und das Gestein geht in einen grünen Schiefer mit kleinen klastischen Quarzkörnern über“. Diese Ablagerungen unter dem Kalkstein verdienen danach auch hier eigentlich nicht den Namen eines Konglomerates; denn es handelt sich um einen grünlichen, sandigen Schiefer mit einzelnen eingesprengten Geröllen und nur einer einzigen untergeordneten eingeschalteten schmalen Geröllage.

Am Elbow Point traf ich nur Dolomitbreccie an, die aber von einem hellgrünen, basischen, diabasähnlichen Gang durchsetzt ist.

Der Dolomit am Nordufer der Falls-Bay ist ebenfalls meist eine Breccie, aber unter den eckigen dolomitischen Bruchstücken finden sich auch einzelne kleine bis mannsgroße, eckige bis kantengerundete Grünstein- und Grünschieferbrocken. Der Dolomit braust mit Salzsäure nur selten auf. Lagenweise kommen aber in der Breccie kieselige Dolomite vor, die ein Streichen in Richtung N 40° O erkennen lassen. Der ganze Dolomithügel ist von glazialen Ablagerungen umgeben, so daß von dem Kontakt mit dem laurentischen Granit, wie ihn die Karte angibt, nichts zu sehen ist. Eine deutlich bemerkbare Verwerfungsspalte hingegen setzt in ost-westlicher Richtung durch den Dolomit. Der nördliche Teil ist auf dieser Spalte eine Strecke weit nach W verschoben worden.

Die Ostseite der East-Bay besteht in der Hauptsache aus Granit,

dem aber auf mehreren, in den See vorspringenden kleinen Halbinseln Steeprocklimestone vorgelagert ist. Es sind die Überreste eines ehemals wohl das ganze Ufer begleitenden, dem Granit vorgelagerten, jetzt aber durch Erosion zumeist zerstörten Dolomitlagers.

Point 1, wie ihn die Karte bezeichnet, besteht ganz aus dolomitischem Kalkstein, der ziemlich viel kieselige Konkretionen enthält, die in ihrer reihenweisen Anordnung die ursprüngliche Bankung des Kalkgesteines andeuten. Hier befindet sich ein Hauptfundort für die später zu besprechende Atikokania. Auf der Nordseite dieses Felsenvorsprunges wird der Kalkstein von einem schmalen Lager eines schieferigen Grünsteines begrenzt, das N 40° O streicht und steil nach NW einfällt, gegen NO aber unter dem Waldboden verschwindet. Es ist von dem Kalkstein deutlich abgegrenzt und ich fand keinen Anhaltspunkt für die im Guide-book angedeutete Vorstellung, daß es aus einer Umwandlung des Kalksteines hervorgegangen sei. Es scheint mir vielmehr zu den vielen Gängen zu gehören, die dort so häufig vorkommen. Die Beziehungen des Kalklagers zu dem Granit sind durch den Waldboden verdeckt.

Von Point 2 sagt das Guide-book, daß von seiner Südseite aus ein Pfad aufwärts zu dem Granit führt, der sich dann nach NW wendet und die Unkonformität überschreitet, die zwischen dem Laurentien und den Steeprockschichten besteht; ein ununterbrochener Aufschluß sei hier rechtwinkelig zum Kontakt zu sehen. In der Richtung von O nach W sollen auf verhältnismäßig frischen Granit folgen: 1. ohne scharfe Abgrenzung von dem frischen Granit 45' einer griesigen, schieferigen und gebleichten Varietät; 2. ein bis 8" mächtiges Konglomeratlager, das nur kleine Gerölle, hauptsächlich von Quarz und feinkörnigem Granit enthält; 3. 50' unreine, quarzitische, dünne Gesteinslagen; 4. mit scharfer Abgrenzung der Steeprockkalkstein. Ich habe mich bemüht, diesen so wichtigen Aufschluß kennen zu lernen und unabhängig von mir hat dies auch Professor Osann getan, doch waren wir völlig erfolglos. Es führt allerdings ein Pfad von der Südseite her herauf bis zu einem verlassenen Indianerlager, das in einer orographischen Einsenkung zwischen dem Kalkstein im W. und dem Granit im O. liegt. Ich bin auch der ganzen Ostgrenze des Kalksteines weiter gefolgt bis da, wo er im N. aufhört; aber nirgends fand ich in dem Zwischenraume Aufschlüsse von anstehendem Gestein im dichten Waldboden. Wenn die beschriebenen Übergangsgesteine wirklich vorhanden sind, so konnten sie seinerzeit höchstens durch einen künstlichen Schurf aufgeschlossen gewesen sein, der jetzt spurlos verschwunden ist. Es erscheint mir aber wahrscheinlicher, daß der beschriebene

Aufschluß irgendwo anders liegt und vielleicht durch ein Versehen im Notizbuch hierher versetzt worden ist.

Das Kalklager von Point 2 zeigt meistens eine deutliche Bankung mit starkem Einfallen nach W. Die liegenden Bänke sind durchweg Dolomit; bei den hangenden scheint Kalkstein vorzuwalten. Allen sind kieselige Ausscheidungen eigen. Die Atikokanien hingegen findet man hauptsächlich im Kalkstein.

Der Trueman Point war der einzige Platz, wo ich das sog. Konglomerat anstehend fand, aber so, daß ich wohl seine Lagerung über dem Granit, nicht aber die unter dem Dolomit sehen konnte. Aufschlüsse im Liegenden des Dolomites fehlen nämlich auch hier. Die ganz nahe dem Ufer senkrecht aufgerichteten NO streichenden Bänke eines harten glimmerreichen Quarzsandsteins stehen erst südlich des Dolomitfelsvorsprunges an und entsprechen jedenfalls dem basalen Konglomerat Smyth's, obschon Gerölle darin nicht vorkommen. Nach O lehnen sie sich unmittelbar an einen etwa 1 m mächtigen Diabasgang an, hinter dem sich dann der Granit weithin ausbreitet.




Fig. 5. Ansicht des Truemans-Points von Süden.
*g* Granit, *d* Diabas, *s* Sandstein, *d* Dolomit, *k* Kalkstein.

Es ist nicht ganz sicher, ob diese Kontaktverhältnisse ursprüngliche sind, und es wäre wohl möglich, daß der Diabas erst nachträglich eingedrungen ist. Dahingegen ist es wahrscheinlich, daß der Sandstein auf dem Granit zur Ablagerung gekommen und daß er auch älter als der Dolomit ist, dessen Bänke ebenfalls steil aufgerichtet sind.

Auf dem Westufer der East-Bay springt südlich gegenüber Point 2 eine kleine Halbinsel in den See vor, die aus festem Diabas besteht, auf den sich jedoch gegen Westen mit deutlicher westlicher Neigung Schiefer legen, die aus unreinem, schwarzem Kieselschiefer und Braueisenerzlagen bestehen. 300 m weiter gegen NW stehen am Ufer Felsen an von stark zersetztem von Brauneisenerz stellenweise reich durchschwärmtem ungeschichtem Diabastuff, in dem an einigen Stellen Brocken eines schwarzen Kalksteines, der petrographisch von dem Steeprockkalk deutlich verschieden ist, eingebettet sind. Noch weiter gegen N, gerade gegenüber Point 1, steht ein körniges,

diabasartiges, massives Gestein an, das Smyth bereits in seine Formation IV stellte. Jedenfalls gehört es zu den oberen Steeprockschichten oder ist nachträglich in dieselben eingedrungen.

Am Südufer der Falls-Bay und zwar ziemlich genau in der Mitte zwischen Point 1 und Jackpine-Point steigen flach aus dem See Felsen empor, deren Oberfläche noch deutlich die Glättung und Rundung durch eiszeitliche Gletscher zur Schau trägt. Sie bestehen aus grünlichen Schiefern mit viel klastischen Quarzkörnern und stellenweise auch mit kleinen Geröllen von Quarz und Granit. Diese Gerölle liegen aber soweit auseinander, daß man von einem wirklichen Konglomerat kaum sprechen kann. Das Guide-book gibt auch Gerölle von Diabas und Grünstein an. Was ich davon gesehen habe, erschien mir aber keine Geröllbildung zu sein. Petrographisch haben diese Gesteine nur sehr geringe Ähnlichkeit mit dem Sandstein von Truemans-Point, so daß eine Altersgleichheit beider sich darauf nicht wohl stützen läßt und nur dann als gesichert angesehen werden könnte, wenn es feststünde, daß darüber, bzw. im Osten angrenzend, das Steeprockkalklager ansteht. Von diesem ist hier aber nichts zu sehen, vielleicht weil der alluviale Boden eines Tälchens keinen Einblick in das darunter anstehende gewährt. In dem Schiefer liegen jedoch einige ganz dünne Bänder und Linsen von Kalk, in denen man entweder Vorläufer oder, wie Lawson meint, eine fazielle Vertretung des Kalklagers vermuten kann. Eine Entdeckung Lawsons scheint dazu auch zu berechtigen. Er fand nämlich 3 km weiter im SO, also genau in der Streichrichtung jener Talsenke, einen Kalkstein anstehend, der „im Charakter identisch mit dem Kalkstein auf der Ostseite der East-Bay“ ist. Hierdurch ist es äußerst wahrscheinlich geworden, daß die Geröll-führenden Schiefer an der Falls-Bay wirklich dem Sandstein am Truemans-Point entsprechen und den westlichen Gegenflügel einer langgestreckten Mulde bilden, in deren Mitte die vom Westufer der East-Bay beschriebenen Diabasgesteine liegen, so wie es die Uglowsche Karte darstellt.

Die Grenze der Geröll-führenden Schiefer gegen die im Westen angrenzenden und von Lawson zum Keewatin gerechneten Schiefer fand ich recht unbestimmt und unsicher. Obwohl die Felsen zusammenhängende von Waldboden entblößte Flächen darbieten, durch welche diese Grenze laufen soll, konnte ich sie doch nirgends mit Sicherheit erkennen, da weder eine unregelmäßige Auflagerungsfläche noch eine scharfe petrographische Verschiedenheit zu sehen war. Lawson bezeichnet diese älteren Schiefer als grobe Agglomeratschiefer, die von Grünsteingängen durchsetzt sind. Uglow hingegen charakterisiert sie als typische Hornblende-, Chlorit- und Felsitschiefer (l. c.

S. 49). An der angeblichen Grenze habe ich mich aber von diesen petrographischen Unterschieden, die zwischen den Keewatin- und Konglomeratschiefern bestehen sollen, nicht überzeugen können. Die angeblichen Grünstein- und Diabasgerölle, im Konglomerat sehen weniger wie Gerölle, als wie eckige Einschlüsse aus, wie sie für die Agglomeratschiefer charakteristisch sind. Es spricht dies nicht für eine scharfe Grenze, sondern für einen allmähligen Übergang. Indessen will ich zugeben, daß die Zeit, welche die Kongreßexkursion für die Besichtigung dieser Stelle gab, zu kurz war, und ein längerer Besuch, zu dem ich aber an den zwei folgenden Tagen nicht mehr gekommen bin, meine Beurteilung der Sachlage vielleicht etwas geändert hätte.

### 2. Zusammenfassung der stratigraphischen und tektonischen Ergebnisse.

Meine eigenen Beobachtungen führten mich mit Bezug auf die Altersfolge der besprochenen Gesteinsarten zu folgenden Ergebnissen: es ist höchst wahrscheinlich und sogar fast als ganz sicher zu bezeichnen, daß die Steeprockschichten unter den am Seeufer vorhandenen die jüngsten sind. Sie lassen sich recht deutlich in zwei Abteilungen zerlegen. Die untere besteht hauptsächlich aus einem bis über 150 m mächtigen Kalk- und Dolomitlager, dessen Unterlage stellenweise aus einem klastischen Sandstein oder sandigen Schiefer besteht. Die obere Abteilung setzt sich vorwiegend aus eruptiven Massen zusammen in Form von Lagern und geschichteten Tuffen. Im Westen und Süden dieses Seegebietes werden die Steeprockschichten von älteren Schiefern begrenzt, die in der Hauptsache aus Eruptivmaterial entstanden zu sein scheinen, die aber eine stärkere Umwandlung erfahren haben als das Eruptivmaterial der obersten Steeprockschichten. Bereits haben sie den Charakter krystallinischer Schiefer angenommen, während diejenigen der Steeprockschichten sehr auffällig an die Erhaltung der Diabase und Schalsteinschiefer des europäischen Silurs und Devons erinnern, so daß die Möglichkeit, mit der Zeit in letzteren Versteinerungen zu finden, nicht ausgeschlossen erscheint. Besonders in den nachträglich von Eisenerzen stark durchsetzten Tuffen am Westufer gegenüber Point 2 gemahnen die zahlreichen, kleinen vielgestaltigen Hohlräume sehr an diejenigen, welche sich bei uns durch nachträgliche Auflösung von Kalkschalen in den Grauwacken gebildet haben.

Auf der Ost- und Nordseite werden die Steeprockschichten mit Ausnahme einer einzigen Stelle, soweit meine Beobachtungen reichen und es die Karte angibt, nur von Granit begrenzt, den die amerikanischen Geologen als lau-

rentisch bezeichnen und für sehr alt erachten. Ich habe für diese Altersbestimmung nur insofern hier Anhaltspunkte gefunden, als der vollständige Mangel von Kontaktumwandlungen in den Steeprockschichten zu beweisen scheint, daß dieser Granit älter ist und wahrscheinlich den Boden gebildet hat, auf dem die Steeprockschichten zum Absatz gekommen sind, während im Westen dieser Boden aus den sogenannten Keewatinschiefern bestand. Nachher wurden dann alle diese Gesteine zu engen Mulden gefaltet, von denen zwei, nämlich die der NW-Bay und der Konglomerat-Bay in annähernd nordsüdlicher Richtung und eine in der Falls-East-Bay mit Streichen von N NW—S SO so tief eingesenkt wurden, daß sie trotz der starken späteren Abtragung durch Erosion noch teilweise erhalten geblieben sind.

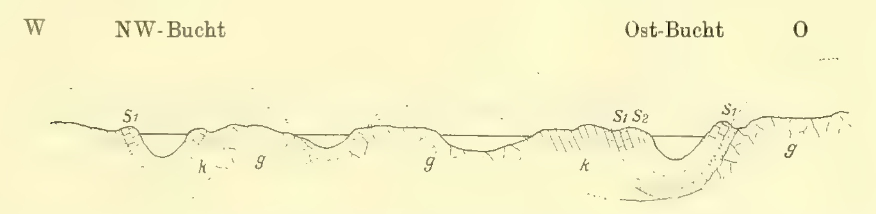



Fig. 6. Querschnitt durch den Steeprocksee.
*g* Laurentischer Granit, *k* Keewatinschiefer, $S_1$ untere, $S_2$ obere Steeprockschichten.

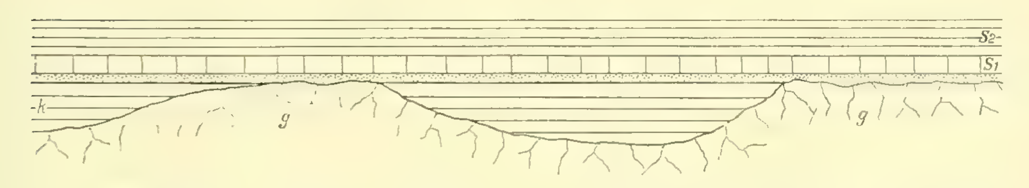



Fig. 7. Mutmaßliche Lagerung der Schichten vor der Faltung. (Buchstaben wie bei Fig. 6.)

Über das Altersverhältnis des Granites zu jenen ältesten Schiefern kann ich nichts aussagen. An der einzigen Stelle der NW - Bay, wo nach der Kongreßkarte beide aneinander stoßen sollen, ist wirklich Granit gar nicht vorhanden. Die Möglichkeit besteht somit, daß jener Schiefer ebensogut jünger als älter wie der Granit sein kann. Aber das schon erwähnte Fehlen einer deutlichen Diskordanz zwischen dem Steeprockkonglomerat und den älteren Schiefern gibt dem höheren Alter des Granites viel Wahrscheinlichkeit.

Lawson und Uglow vertreten allerdings die Ansicht, daß der Granit jünger als jene Schiefer sei. Ihrem Urteil muß um so mehr Bedeutung beigelegt werden, als dasselbe auf eine weit über das Gebiet des Steeprock-Sees hinausgehende Kenntnis dieser Gesteine gegründet ist.

Uglow (l. c. S. 47) charakterisiert das Keewatin wie folgt: „Es ist die älteste Gruppe in dieser Gegend und besteht hauptsächlich aus Felsiten, Gabbro, Diabasen, Grünstein und ihren schieferigen Äquivalenten, sowie aus gelegentlichen Vorkommnissen von Tuffen und Agglomeratschiefern . . . Der laurentische Granit schließt nahe seinem Kontakt mit dem Keewatin nicht nur große Fragmente der älteren Serie ein, sondern wird selbst ganz basisch und geht in einen Typ über, der dem typischen Keewatin-Hornblendeschiefer genau gleicht. Manchmal jedoch sind auch ganz scharfe Kontakte beider Gesteinsserien in ihrer normalen Entwicklung aufgeschlossen." Danach wäre also der Granit ein jüngeres Intrusionsgestein und das Profil, wie ich es in Figur 3 gegeben habe, unrichtig. Vor Ablagerung der unteren Steeprockschichten auf dem Granit hätten erst die ursprünglich den Granit bedeckenden Keewatinschiefer abgetragen werden müssen, was ohne vorausgegangene Trockenlegung oder mindestens eine starke Hebung, im Falle, daß die Keewatingesteine hier als Festlandbildungen angesehen werden wollten, nicht möglich gewesen wäre. Merkwürdigerweise aber besteht zwischen den unteren Steeprockschichten und den Keewatinschiefern gar keine merkliche Diskordanz und auch das sogenannte Konglomerat führt so wenige Gerölle, daß eine sehr starke Abtragung von älteren Schichten nicht wahrscheinlich ist. Ich frage mich deshalb, ob die von Uglow erwähnten Kontaktverhältnisse wirklich das jüngere Alter des Granites beweisen und muß dies wenigstens für die Einschlüsse von Keewatingesteinen im Granit bezweifeln, da ja noch ältere solche Gesteine wirklich unter dem Granit liegen können, die petrographisch den jüngeren basischen Eruptivgesteinen ganz ähnlich sind. Was dann den stellenweisen Übergang des Granites nach oben in Hornblendeschiefer betrifft, so bedarf dies wohl noch einer genaueren Feststellung. Am Truemans Point z. B. liegt über dem Granit und unter dem Sandstein der Steeprockschichten, wie schon erwähnt, ein schieferiger Diabas, der aber sicher nicht aus dem Granit hervorgegangen, sondern ein echter Eruptivgang ist, der hier zufällig an der oberen Granit-Grenze liegt. Auf der Karte des Guide-books ist angegeben, daß Granit bei der NW-Bay direkt an die Steeprockschichten angrenze, obschon an dieser Stelle, nämlich auf der Ostseite des Einganges in die Bucht, nur Grünschiefer und Grünsteine am Kontakt vorhanden sind, so daß ich Granit dort überhaupt nicht gesehen und gar keinen Grund gefunden habe, weshalb diese Schiefer nicht dem „Keewatin" angehören sollen, das die Karte selbst in einer Entfernung von 150 m als tatsächlich anstehend angibt. Jedenfalls kann von einem Übergang in Granit hier nicht gesprochen werden. Sonst aber existiert im ganzen Gebiete des Steeprocksees, wenigstens nach

der Karte, keine Stelle, wo die Anschauung Uglows sich beweisen ließe. Trotz des Gewichtes, welches dem Urteil Lawsons und Uglows zukommt, halte ich deshalb die Auffassung, wie ich sie in meinem Profil wiedergegeben habe, für die wahrscheinlichere. Die Entscheidung darüber wird von weiteren Untersuchungen zu erwarten sein.

Die Auffassung Smyths, daß der See in seiner merkwürdigen M-Form bedingt sei durch eine entsprechende Faltung der Steeprockschichten-Muldenaxe, ist eine Vermutung, für deren Richtigkeit ich keine Anhaltspunkte gefunden habe und die auch durch die geologische Karte nicht bestätigt worden ist. Dahingegen erscheint es allerdings als möglich und sogar recht wahrscheinlich, daß der Verlauf der Einfaltungen der Steeprockschichten auf die heutige Gestalt des Sees doch einen bestimmenden Einfluß ausgeübt hat. Drei Arme des Sees nämlich fallen zusammen und haben die gleiche Richtung mit den drei Steeprockmulden, während die verbindenden zwei anderen Arme (bei den Narrows und bei Jackpine-Point) in mehr oder weniger rechtwinkeliger Richtung dazu verlaufen und frei sind von Steeprockschichten. Sie bilden also Verbindungskanäle, von denen der eine recht eng ist, der zweite zwar breit. aber wahrscheinlich, worauf die darin vorkommenden Inseln vielleicht hinweisen, nur wenig tief ist.

### 3. Die Versteinerungen im Steeprockkalkstein.

Als Fundorte für Versteinerungen sind bisher die drei Felspartien am Ostufer der East-Bay angegeben worden. Dazu kommt nun noch der dolomitische Kalkstein auf der Westseite des Einganges in die kleine NW-Bucht. Die Meinungen über diese Versteinerungen sind geteilt und eine Anzahl der Kongreßgeologen hat sich sehr bestimmt gegen deren organische Natur ausgesprochen. Da rein konkretionäre Bildungen in diesem Dolomit und Kalkstein zweifellos vorkommen, ist es nicht so leicht, dieselben von etwa wirklichen Versteinerungen zu unterscheiden und erfordert jedenfalls eine genaue auch mikroskopische Untersuchung. Ich habe deshalb, nachdem die Kongreßmitglieder abgezogen waren, dort in Ruhe zwei Tage gesammelt und das ziemlich gewichtige Material auf einem Motorboot auf die Bahn bei Atikokan gebracht. Manche der schönsten und vielleicht auch interessantesten Stücke mußte ich allerdings in den Felsen zurücklassen, da sie mit den mir zur Verfügung stehenden Hämmern nicht loszulösen waren. Als Führer in dieser Einsamkeit leisteten mir vortreffliche Dienste der Gasthofbesitzer Rawn in Atikokan und der Prospektor H. D. Rogers. Durch sie wurde es mir möglich,

die weite Entfernung von Atikokan bis zu den Fundplätzen, im ganzen 60 km hin und zurück, in einem Tage zurückzulegen und doch noch genügend Zeit zum Sammeln zu haben. Dem Ingenieur Rogers verdanke ich besonders eine Anzahl größerer Stücke, die er mit jugendlicher Kraft dem Felsen abgewann. Es ist nicht leicht, frisches Material zu erhalten, da künstliche Aufschlüsse wie Steinbrüche gänzlich fehlen, die natürlichen Oberflächen der Felsen aber meist mit Flechten oder am Seeufer mit Algen besetzt sind.

Auch der Erhaltungszustand der Gesteine selbst ist nicht besonders günstig. Man kann von den Atikokanien keine vollständigen Stücke gewinnen, weil die Klüftung, welche allein ein Loslösen gestattet, sie durchsetzt, so daß man immer nur Bruchstücke erhält. Reiner Kalkstein kommt nicht vor. Er ist stets stark dolomitisch; häufig in solchem Maße, daß er mit Salzsäure behandelt, nicht mehr braust und geradezu als Dolomit bezeichnet werden muß. Sein Korn ist klein. Es gleicht in keiner Weise dem des Dolomitmarmors der Grenvilleschichten. Spuren einer Kontaktmetamorphose, wie dort, sind nicht zu bemerken. Aber dennoch hat das Gestein im Laufe der Zeiten mancherlei Umwandlungen erfahren, insbesondere durch die Dolomitisierung und jedenfalls auch durch die spätere Aufrichtung und Faltung.

Herr Dr. Steinmetz hatte die Freundlichkeit, ein Stück von Point 1 qualitativ zu analysieren. Der in Salzsäure lösliche Teil war ein Karbonat von Magnesium, Calzium, Eisen und Mangan, der unlösliche Teil bestand aus Quarz und Kohle. Die Kohle wurde in konzentrierter Kalilauge gekocht und ihr so lange pulverisiertes Permanganat zugesetzt, bis die Lösung rot blieb. Nach Verdünnen mit Wasser wurde wenig Hydroxilamin zugesetzt, die Lösung von dem ausgeschiedenen Braunstein abfiltriert und mit Essigsäure neutralisiert. Sie gab dann auf Zusatz von Chlorcalziumlösung mit wenig Ammoniak einen deutlichen weißen Niederschlag von oxalsaurem Kalk als Beweis für die Gegenwart von Kohlenwasserstoff in der Kohle.

Ein Stück der Breccie von der Ostseite des Einganges in die NW-Bucht bestand aus Karbonat von Calzit, Magnesium und Eisen (Mangan war nicht nachweisbar) und aus Quarz. Das die einzelnen Bruchstücke der Breccie zusammenhaltende Bindemittel besteht aus Braunspat, der etwas manganhaltig ist und auch aus Calzitkrystallen. Ein Newlandia-ähnliches Cryptozoon auf der Westseite des Einganges in die NW-Bucht ergab Kalk-, Mangan- und Eisenkarbonat, Quarz und etwas Kohlenwasserstoffhaltige Kohle.

### Atikokania Lawsoni Walc.

(Tafel IV Fig. 1, Tafel VI Fig. 1—2, 4—7, Tafel VII Fig. 1, 3—4.)

Zur Aufstellung dieses neuen Genus hatte Walcott nur Bruchstücke zur Verfügung, die er in zwei verschiedene Arten aufteilte. Die Abbildungen sind alle in natürlicher Größe gegeben, bis auf zwei mit drei- bzw. sechsfacher Vergrößerung, die aber durch den Raster unscharf geworden sind. Es sind photographische Aufnahmen bei auffallendem Licht.

Die Genusdiagnose lautet: „Äußere Form zylindrisch, birnförmig oder etwas unregelmäßig ausgebreitet, halbkugelig. Mit einer Zentralhöhle, die mehr oder weniger zylindrisch und von wechselnder Form und Größe ist. Die Außen- und Innenwände sind mehr oder weniger gut ausgebildet und mit einander verbunden durch eine Reihe von schmalen, mehr oder weniger hexagonalen Röhren, die unter wechselnden Winkeln nach außen und aufwärts ausstrahlen. Die Wände der Röhren sind perforiert und durch mehr oder weniger unregelmäßige und unvollständige Septen durchschnitten.

Die Art des Wachstums scheint wesentlich dieselbe gewesen zu sein, wie bei den Archäocyathinen, wo die einzelnen Individuen sich so hart an einander gepreßt haben, daß sie an ihren Berührungsstellen durch ein verworrenes dichtes Wachstum vereint zu sein scheinen“.

Walcott bemerkt zu dieser Diagnose, daß einstweilen und solange nicht größere Aufsammlungen und vielleicht besseres Material vorliegen, eine Beziehung nur vermutet werden kann, einerseits mit den Spongien, anderseits mit den Archäocyathinen, aber mit starker Tendenz zu den ersteren. Weiter sagt er, daß die Einzelheiten der Struktur der inneren und äußeren Umwandungen infolge der Erhaltungsweise nicht erhalten sind, daß ferner die Wände der Röhren so eng an einander gepreßt sind, daß sie tatsächlich eine feste Masse von Röhren mit mehr oder weniger hexagonalen Umrissen bilden.

Diese Beschreibung paßt auf die meisten von mir gesammelten Stücke so gut, daß ich auch sie ohne Bedenken zu Atikokania und zwar zu der Art Lawsoni stelle. Aber freilich muß ich einiges an der oben angeführten Diagnose verändern, nicht nur auf Grund meiner Stücke, sondern auch auf Grund der Abbildungen, welche Walcott selbst gegeben hat. Die Röhren sind nämlich niemals regelmäßig hexagonal, sondern zeigen stets einen unregelmäßigen Querschnitt. Auch die Angabe, daß die Wandungen sowohl des ganzen Stockes als auch der Röhren, mehr oder weniger wohlbegrenzt seien, kann ich nicht bestätigen.

Eigentliche Wandungen fehlen überhaupt ganz und ebenso die Septen in den Röhren, so daß die von Walcott angedeuteten Beziehungen zu den

Archäocyathinen dahinschwinden und denen zu den Spongien Platz machen müssen.

Was man von ursprünglichen Hartgebilden in den Atikokanien noch erkennen kann, besteht aus Skelettelementen von der Art, wie sie den Spongien eigen sind. Sie wurden jedoch von späteren, durch tektonische Vorgänge veranlaßten Umwandlungen betroffen und sind dadurch zum Teil so undeutlich geworden, daß ihr sicherer Nachweis nur mikroskopischer Untersuchung gelingen kann.

Die von mir gesammelten Stücke zeigen verschiedenartige Erhaltungszustände, die oft neben einander an ein und demselben Handstück auftreten. In dem einen Falle ist eine starke Verkieselung eingetreten, durch die die Füllmasse der Röhren sowohl als auch die Skelettelemente mehr oder minder vollständig zu einem körnigen Quarzaggregat umgewandelt wurden. In einem anderen Falle tritt der Quarz ganz zurück und die Nadeln bestehen statt dessen aus einem Aggregat von Dolomit. In den Fällen hingegen, wo auch der Dolomit fehlt, ist das Skelett nicht mehr zu erkennen, außer wo es durch feine kohlige Partikel dunkel gefärbt ist.

Bei dem ersteren dieser Erhaltungszustände ergibt sich unter dem Mikroskop, daß die Röhren keine besonderen Wandungen haben und daß mithin von perforierten Wandungen erst recht keine Rede sein kann. (Taf. VI Fig. 4 u. 6.) Die Röhren sind ausgefüllt von einem Aggregat von Quarzkörnern, deren Durchmesser Größen von 20—600 $\mu$ aufweisen. Die größeren dieser Krystalle liegen vorzugsweise in der Mitte der Röhren; gegen den Rand häufen sich die kleineren. Aber eine besondere seitliche Begrenzungsschicht fehlt durchaus. Das Quarzaggregat stößt einfach an das die radialen Röhren von einander trennende Calzitaggregat an und an das unregelmäßige Netzwerk, welches das Calzitaggregat durchzieht und wie die Röhren, aus einem feinkörnigen Quarzaggregat besteht, dessen Krystallkörner jedoch, entsprechend der Feinheit der Maschen nur bis zu 100 $\mu$ groß sind.

Scharfe und glatte Grenzen einerseits zwischen den Röhren und der übrigen Maße und anderseits zwischen dem quarzigen Netzwerk und dem Calzitaggregat gibt es nicht. Die unregelmäßig polygonalen Krystallkörner springen mit ihren scharfen Ecken in die angrenzende andersartige Aggregatmaße vor, so daß man bei dem Versuche, die Grenze zwischen beiden Aggregaten im Dünnschliff zu fixieren, eine ganz unregelmäßige, zackige Linie erhält, die aber offenbar nicht den ursprünglichen Strukturverhältnissen, sondern einer nachträglichen Krystallisation während des Versteinerungsprozesses ihren Ursprung verdankt. Hierbei sind auch jene Calzitkrystalle ent-

standen, die vereinzelt in dem Quarzaggregat der Röhrenfüllung gar nicht selten liegen und ebenso die winzigen Quarzkörner, die man in dem Calzitaggregat eingeschlossen findet. Wenn man jedoch angeschliffene Flächen dieses Fossils mit schwacher Säure anätzt, dann treten die quarzigen Bestandteile als schneeweiße Erhöhungen alsbald hervor und wenn man sie besonders mit der Luppe bei auffallendem Licht betrachtet, so erkennt man deutlich die spongiöse Natur des Netzwerkes, welches die radialen Kanäle umgibt.

Das Netzwerk selbst läßt sich am besten mit dem charakteristischen Stützskelett von Aulocopium vergleichen, wie aus Tafel VI Figur 4 hervorgeht.

Bei dem zweiten Erhaltungszustand spielt die Kieselsäure eine untergeordnete Rolle. Die Röhren sind durch Karbonat ausgefüllt und auch das Stützskelett ist nicht kieselig, sondern dolomitisiert.

Es kann aber durch vorsichtiges Anätzen ebenso wie das verkieselte sichtbar gemacht werden. Im Dünnschliff hingegen treten die dolomitisierten Teile nicht so deutlich hervor, wie die verkieselten, weil die kleinen Dolomitkörner im polarisierten Licht sich nicht so auffällig wie die Quarzkörner von den Calzitkörnern abheben. (Taf. VI Fig. 5 u. 7, Taf. VII Fig. 1.)

Häufig sind die größeren Skelettelemente von winzigen, schwarzen, kohligen Pünktchen durchspickt und dadurch dunkel gefärbt. Letztere sind nicht selten in linearen Reihen angeordnet, als ob sie in den ehemaligen Achsenkanälen lägen. Bei verkieselten Skeletten habe ich solche Beimengungen nicht beobachtet und auch bei dolomitisierten sind es nur die größeren Arme der Textraxone, nicht aber die feineren Verzweigungen der Armenden, was ebenfalls darauf hindeutet, daß die Verkohlung von den Achsenkanälen ausging. (Taf. VI Fig. 1 u. 2.)

Auch wenn auf frischem Bruch von der Spongienstruktur nichts weiter als die radialen Kanäle zu erkennen ist, kann man doch fast immer das Skelett durch Anschleifen im Dünnschliff oder durch Anätzen auf der Oberfläche mehr oder minder vollkommen nachweisen, und es zeigt sich dabei, daß fast immer größere Stücke an manchen Stellen hauptsächlich dolomitisiert, an anderen aber verkieselt sind. Dadurch wird auf angewitterten Stücken ein recht ungleichmäßiges Bild erzeugt. So sieht man z. B. auf Tafel IV Figur 1 die radialen Kanäle, die mit Quarz ausgefüllt sind, mit größter Deutlichkeit und nach Anätzung der sie trennenden Kalkteile auf diesen das Spongienskelett. Die Kanäle enden aber plötzlich an einer oberen Schicht und es könnte so erscheinen, als ob die Spongie selbst an dieser ende; das ist aber keineswegs der Fall. Die Kanäle gehen in ihrer radialen Richtung auch in diese Schicht hinein; nur sind sie nicht mehr mit Quarz, sondern mit Calzit

gefüllt. Sie lösen sich deshalb bei Anätzung schneller auf als ihre Zwischenmasse, in der zugleich das charakteristische Spongienskelett zum Vorschein kommt. Das Gleiche gilt für Tafel VII Figur 4 (Seitenansicht von Figur 3), wo die radialen Kanäle an ihrem Ursprung plötzlich undeutlich werden und das Vorhandensein einer „Central Cavity" vortäuschen, in die jedoch die Kanäle ungestört fortsetzen, was durch Anätzen sichtbar gemacht werden konnte. Ich vermute, daß die „Central Cavities", welche Walcott in Figur 3 und 5 auf Tafel I abgebildet hat, keine solche sind, sondern sich auf dieselbe Weise erklären lassen und beim Anätzen wahrscheinlich die Spongienstruktur noch zeigen würden. Bei keinem meiner Stücke konnte ich das Vorhandensein eines Paragasters nachweisen.

### a) Das Skelett von Atikokania.

Die Skelettelemente und ihre Anordnung gleichen auffällig denen der Aulocopiden. Es sind in der Hauptsache Dendroclone, welche je nach der Orientierung des Schnittes recht verschiedenartige Bilder liefern. Sie zeigen entweder eine linerare Anordnung der Nadeln zu Strängen, die durch Queräste mit einander verbunden sind (Taf. VI Fig. 5), entsprechend einem radialen Vertikalschnitt oder sie bilden ein mehr polygonales gröberes Maschennetz, entsprechend dem Querschnitt oder ein feineres Netzwerk, entsprechend einem mehr oder weniger tangentialen Vertikalschnitt. Die Ähnlichkeit mit dem Skelett der Aulocopien, wie sich dieselbe auf angeätzten Flächen oder im Dünnschliff präsentiert, ist so groß, daß man die Stücke vom Steeprocksee geradezu in das Genus Aulocopium zu stellen veranlaßt sein könnte, wenn nicht die Verschiedenartigkeit des Kanalsystems vorläge.

### b) Das Kanalsystem von Atikokania.

Es kommen nur radiale Kanäle vor. Die für Aulocopium charakteristischen bogenförmigen Kanäle fehlen vollständig. Ob die radialen Kanäle am Fuße des Stockes entspringen, oder ob sie ähnlich wie bei Hindia im Inneren des Stockes ihren Ursprung nehmen und von da nach allen Seiten ausstrahlen, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, da vollkommene Stücke bis jetzt aus dem harten Gestein nicht zu gewinnen waren. Doch scheint es mir höchst wahrscheinlich, daß die Kanäle, wie bei Aulocopium von der Basis des Stockes ausgehen, sich also radial nach den Seiten und nach oben ausbreiten, wenn schon diese radiale Anordnung keine allzu regelmäßige ist und in vertikaler Richtung sogar einen fiederartigen Charakter annimmt. Damit stimmen auch die von Walcott gegebenen Abbildungen überein. (Siehe Fig. 8).

### c) Die äußere Gestalt von Atikokania.

Es ist zur Zeit aus den bereits erwähnten Gründen nicht möglich, ein zuverläßiges Bild von der äußeren Form dieser Spongie zu geben. Die Größe bei einzelnen Stöcke erreicht sicherlich $^1/_4$ m im Durchmesser (Taf. VII Fig. 3) und wahrscheinlich bildeten sie Rasen auf dem Meeresboden, so daß deren Stöcke dicht gedrängt neben einander lagen und sich in ihrer Formentwicklung gegenseitig störend beeinflußten. Zahlreiche Klüfte in verschiedener Richtung durchsetzen die Kalkbänke und durchschneiden so auch diese Spogienbänke. Da in dieser wilden unbewohnten Gegend Steinbrüche nicht vorkommen, so ist der sammelnde Paläontologe darauf angewiesen, mit seinem Hammer den zufällig entblößten Kalkstein zu bearbeiten. Es lösen sich dabei nur Stücke längs solcher Kluftflächen ab und man kann nicht erwarten, daß zwischen zweien solcher gerade ein ganzer Stock liege. Dem Umstand jedoch, daß diese Felsen am Seeufer anstehen und mir ein kleines Motorboot zur Verfügung stand, verdankte ich die Möglichkeit, größere Gesteinsstücke mitzunehmen, von denen das in Figur 3 abgebildete wenigstens in einer Richtung die Umrisse eines ganzen Stockes zeigt.

Auch wenn man vor den Felswänden steht, in denen die Atikokaniastöcke eingeschlossen sind, ist es unmöglich, die Grenzen der einzelnen Stöcke und damit ihre äußere Form zu bestimmen. Man sieht wohl, wenn nicht Flechten oder Algen die Oberfläche verhüllen, die hellen radialen Kanäle ziemlich deutlich, wenn sie verkieselt sind. Aber wo sie es nicht mehr sind, verschwinden sie dem Auge und es gewinnt so den Anschein, als ob der Stock hier seine Grenze habe, obgleich er in Wirklichkeit noch weiter fortsetzt. Heute allerdings, wo ich mit der Struktur dieses Fossils vertrauter geworden bin, würde es mir vielleicht gelingen, durch Anätzen der Felsen mit Salzsäure die Umrisse der Stöcke festzustellen, aber auch dann noch wäre es wohl unmöglich, solche Stöcke in toto herauszuschlagen. Ich habe ein Handstück mitgenommen, das nach seinen drei Dimensionen 27, 12 und 5 cm mißt (Taf. VII Fig. 3 u. 4). Es ließ sich dasselbe leicht loslösen, weil der Kalkstein an jener Stelle ausnahmsweise durch eine Art von transversaler Blätterung ausgezeichnet ist, die mit der Bankklüftung einen Winkel von 60 bis 70$^0$ bildet. Nimmt man an, daß die in Figur 4 abgebildete und schon stark angewitterte Kluftfläche auf der Unterseite des Stockes liegt, dann ergibt sich, daß die Kanäle dieser Spongie von einem Mittelpunkt in horizontaler Richtung ringsum radial ausstrahlen, nach oben aber sich mehr fiederartig ausbreiten, nach Art der schematisch gezeichneten Figur 8 (S. 79). Auf

Figur 3 gewahrt man außerdem, daß an den beiden Seitenrändern noch die Enden je eines anderen radialen Kanalsystems hereingreifen und unter einem stumpfen Winkel an diejenigen unseres Stockes anstoßen. Sie gehören offenbar zwei benachbarten andere Spongien gleicher Art an und bildeten mit ihren Nachbarn ein dichtes Rasenpolster. Unser Stock war somit hier jedenfalls nicht breiter als 25 cm. Sein oberes Ende jedoch liegt nicht mehr auf dem Handstück, wie das ganz deutlich auf der nicht abgebildeten oberen Bankungsfläche zu sehen ist, auf welcher die aufsteigenden Kanäle ausstreichen, die sich jedenfalls nach oben noch weiter fortgesetzt haben. Der obere Teil dieses Handstückes ist außerdem durch eine auffällige Unregelmäßigkeit in der Anordnung der Kanäle ausgezeichnet. Links oben nämlich läuft ein Bündel von Kanälen diskordant über die Köpfe der von unten aufsteigenden Kanäle hinweg. Ich erkläre mir das durch Störungen, die während des Wachstums stattfanden und die stellenweise das weitere Wachstum der Spongie verhinderten. Die verletzten Teile wurden dann von der Seite her überwuchert. Andere Unregelmäßigkeiten hingegen haben einen anderen Ursprung. Die zwei mit *d-d* bezeichneten Linien in Figur 3 entsprechen zwei Drucksuturflächen, die sich natürlich erst viel später, als die Spongie längst fossil geworden war, gebildet haben können, wahrscheinlich anläßlich der Aufrichtung und Faltung des ganzen Kalklagers. Auf diesen Suturflächen ist der zwischenliegende Kalk in Lösung gegangen und es stoßen auf ihnen jetzt Teile zusammen, die ursprünglich in einer gewissen Entfernung von einander lagen. Auch der einstige Zusammenhang der Radialkanäle ist dadurch gestört worden und diejenigen, welche sich auf der Suturfläche begegnen, passen nicht mehr genau aufeinander.

Auf der unteren Bankfläche (Figur 4) hat die Verwitterung die verkieselten Kanäle stark hervortreten lassen und man sieht sehr deutlich, wie sie alle radial einem Punkte zustreben. Es ist aber unwahrscheinlich und sogar unmöglich, daß dieser Punkt zugleich die Basis unseres Stockes darstelle. Sie ist jedenfalls außerhalb des Handstückes, also in einer tieferen Kalkbank zu suchen und es läßt sich deshalb über die Art, wie die Spongien auf dem Boden fest saßen, nichts aussagen, so lange nicht Exemplare mit vollständiger Basis aufgefunden werden.

Wir erhalten somit das Bild eines halbkugelförmigen Stockes, dessen Fuß unbekannt ist. Die radialen Kanäle entspringen längs einer vertikalen Achse, radiär im Querschnitt, fiederartig im vertikalen Längsschnitt. Die einzelne Spongie hatte infolge dessen die Möglichkeit, wenn sie in ihrem weiteren Breitenwachstum durch die benachbarten Stöcke gehemmt wurde,

wenigstens in die Höhe weiter zu wachsen, und wenn an ihrer Oberfläche im Laufe der Zeit Teile abstarben oder zerstört wurden, so konnte sie dieselben durch seitliches Überwachsen wieder ergänzen.

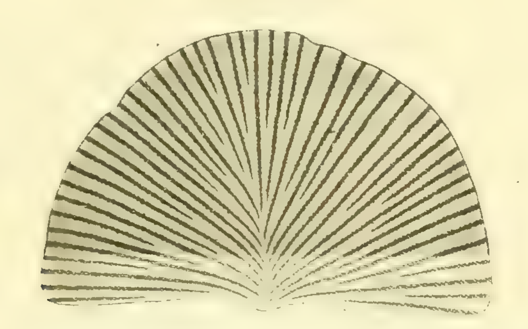


Fig. 8. Schematischer Medianschnitt durch einen Atikokanienstock mit seinem radialen Kanalsystem.

Die anderen, aber nicht so vollkommen erhaltenen Stöcke, die ich besitze, bestätigen im allgemeinen das von diesem Stocke gewonnene Bild, schließen aber die Wahrscheinlichkeit nicht aus, daß ihre äußere Gestalt nicht immer ebenso regelmäßig war, wie in dem beschriebenen Fall. Stets jedoch tritt die radiäre Anordnung der Kanäle scharf hervor. Das charakteristische Innenskelett hat sich bei allen Stücken in bald mehr, bald weniger großer Vollständigkeit durch Anätzen sichtbar machen und auch im Dünnschliff nachweisen lassen. Diese Struktur und die radialen Kanäle sind es, die vorhanden sein müssen, um ein Stück zu Atikokania zu stellen.

### d) Die systematische Stellung und das geologische Alter von Atikokania.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die nächsten Verwandten der Atikokania bei den Aulocopiden zu suchen sind, wennschon keines der Genera dieser Familie mit Atikokania identisch ist. Nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse kommen Vertreter der Aulocopiden nur im Cambrium und Silur vor. Der Fund von Atikokania in Ablagerungen solchen Alters hätte somit nichts Befremdendes an sich, denn diese Form trägt durchaus keine Eigenschaften eines primitiveren Baues zur Schau. Würde es gelingen, in dem Steeprockkalk sichere cambrische Versteinerungen zu finden, dann würde sich Atikokania in eine solche Fauna ganz natürlich einreihen. In dieser noch wenig durchforschten und schwer zugänglichen Gegend sind aber solche Funde nicht unmöglich, wenn schon es ebenso wohl möglich ist, daß diese

aulocopiden Atikokanien, die man auch mit Rauff zu den orchocladinen Spongien rechnen kann, einer der untercambrischen unmittelbar vorausgegangenen Fauna angehörten. Denn wenn es eine solche Fauna überhaupt gegeben hat, dann wird sie wohl mit der nachfolgenden Fauna ebenso viel Ähnlichkeit besessen haben, als etwa die obercambrische mit der untersilurischen zeigt, und es möchte dann ebenso gerechtfertigt erscheinen, sie als eine vorcambrische als wie eine unterste oder eo-cambrische zu bezeichnen. Dahingegen besteht keine Veranlassung, ihr ein noch höheres, etwa archäisches Alter zuzuschreiben.

Nach Lawsons Auffassung allerdings sollen die Steeprockschichten ins mittlere Archäikum fallen. Die Seine-Schichten hätten oberarchäisches Alter und auf ihnen lägen die mächtigen algonkischen Schichten der Animikie- und Keweenawan-Formation. Van Hise und Leith haben die Steeprockschichten ins mittlere Huron und Colman sogar ins Keewatin verlegt.

Diese Altersbestimmungen beruhen jedoch ausschließlich auf den Lagerungsverhältnissen, die in dieser Gegend sehr schwer festzustellen, nicht genugsam bekannt und trügerisch sind für die chronologische Feststellung. Über den Schichten des kanadischen Schildes legen sich flach transgredierend die Schichten des Silurs, dessen ältere Schichten auf den Süden beschränkt sind, während von den jüngeren jede nächstfolgende weiter nach Norden reicht. Ablagerungen cambrischen Alters sind in dieser Gegend Canadas noch nicht nachgewiesen. Es ist deshalb sehr wohl möglich, daß diese Transgression hier erst mit Beginn der Silurperiode einsetzte und sich über ein Festland ausbreitete, das aus gefalteten älteren Schichten bestand. Wann diese Faltung eingetreten ist, wissen wir nicht. Jedenfalls aber kann sie erst nach Ablagerung der Steeprockschichten erfolgt sein. Wären letztere entsprechend dem cambrischen Aussehen der Atikokania untercambrischen Alters, dann könnten die Faltungen während des mittleren Cambriums, die nachfolgende Erosion und Abtragung etwa in obercambrischer Zeit stattgefunden haben.

Mit dem paläontologischen Befunde würde eine solche Deutung ganz gut übereinstimmen und auch die dortigen Lagerungsverhältnisse, soweit ich sie habe kennen lernen, könnten damit leicht in Übereinstimmung gebracht werden.

### Cryptozoon Walcotti n. sp.

(Tafel II Fig. 2, Tafel VIII Fig. 1—2.)

Walcott kannte nur ein Bruchstück vom Steeprocklake, von dem er einen Schliff in natürlicher Größe abgebildet hat und sagte, daß es eine mit Cryptozoon occidentale aus dem Grand Canyon verwandte Form sein könne.

Aus der Abbildung selbst geht diese Möglichkeit allerdings kaum hervor, doch mag dies an dem das Bild störenden Raster liegen.

Ich habe von dort mehrere größere Stücke mitgebracht, die auch nach ihrer mikroskopischen Struktur sich mit Sicherheit als zu Cryptozoon gehörig erwiesen haben. Einen Vergleich mit Cryptozoon occidentale kann ich jedoch nicht durchführen, weil mir von letzterem Untersuchungsmaterial aus den schon erwähnten Gründen fehlt.

Die Cryptozoen vom Steeprocklake sind alle ausgezeichnet durch starke Dolomitisierung und gleichzeitige Sideritisierung. Auch Kieselausscheidungen fehlen darin nicht. Infolge der Zersetzung des kohlensauren Eisenoxyduls zu Eisenhydroxyd treten diese Gebilde an den angewitterten Felsoberflächen durch ihre braunen bis schwarzen Farben sehr deutlich hervor. Ihre makroskopische Struktur mit den stark gewundenen, mehr oder minder konzentrischen bis unregelmäßig verbogenen Schichten macht sie ebenfalls leicht sichtbar. Die mikroskopische Struktur tritt im Dünnschliff (Taf. VI Fig. 6) in den noch kalkigen Lagen deutlich hervor, ist aber in den ganz dolomitisierten Teilen völlig verloren gegangen. In angewitterten dolomitisierten Stücken werden die kalkig erhaltenen aber oberflächlich wieder ausgelauchten Cönosarkröhren als feine Hohlräume deutlich sichtbar.

Ich habe solche Cryptozoen nicht nur an den drei Fundorten der East-Bay sondern auch am linken Eingang zu der Nordwestbucht gefunden. Bei Point 2 stand eine Kalkbank an, die ganz aus solchen Cryptozoenstöcken zusammengesetzt war, ähnlich wie dies bei Saratoga der Fall ist. In den Wachstumsformen besteht jedoch mit Cryptozoon proliferum ein genügender Unterschied, so daß eine spezifische Identität ausgeschlossen ist.

Die einzelnen Stöcke wuchsen vertikal in die Höhe, verbreiterten sich dabei aber sehr wenig und stehen so dicht neben einander, daß man denken könnte, sie seien seitlich mit einander verwachsen gewesen. Jene Platte, von der ich wegen ihrer Härte nur das in Tafel VIII Figur 1 abgebildete Stück abschlagen konnte, erinnerte mich an gewisse Hippuritenbänke der Gosaukreide, wo die einzelnen Hippuriten ebenfalls aufrecht und dicht nebeneinandergereiht stehen. Die Oberfläche dieses Stückes gibt den Querschnitt von vier Stöcken, der aber zufällig nicht rechtwinkelig, sondern schräg zur Vertikalachse liegt, also die konzentrischen Ringe verzerrt erscheinen lassen.

Ich nenne diese Art Cryptozoon Walcotti, da sie nach Walcotts neuester Abbildung (Smyth, Coll. Vol. 64 Nr. 2 1914) des Cryptozoon occidentale mit diesem keine spezifische Ähnlichkeit (Taf. XV Fig. 2) zeigt und jedenfalls eine besondere Art ist.

Dahingegen besteht eine Ähnlichkeit mit jenen Formen, die Walcott als Newlandia concentrica aus dem unteren Newlandia-Kalkstein der Big Belt Mountains in Montana beschrieben hat und ebenso mit Collenia occidentalis (Taf. XV Fig. 5—6, non 4) und Weedia tuberosa (Taf. II Fig. 1—2) aus dem Siyeh Limestone des Glacialpark, Montana. Gleichwohl ist eine Identifizierung weder der Art noch dem Genus nach möglich, weil von diesen neuen Genera die mikroskopische Struktur noch völlig unbekannt ist und ich davon kein Material besitze, um dieselbe festzustellen. Walcott glaubt allerdings, daß diese neuen Genera dem Pflanzenreich angehören und ihren Ursprung Cyanophyceencolonien verdanken. Aber von diesen Blaualgen selbst sind noch keine Spuren gefunden worden. Nur Camasia, die aber der äußeren Form nach von jenen anderen Genera recht verschieden ist, schließt in seiner opalähnlichen Kieselsubstanz Reihen kleiner, nur 2 $\mu$ großer, unregelmäßig polygonaler „Zellen“ ein, die mit denjenigen einer lebenden blauen Fadenalge (Taf. XX Fig. 3 u. 7) den Umrißen nach vergleichbar sind. Es ist aber sehr zweifelhaft, ob dies wirkliche fossile Zellen sind. Vor allem müßte man doch wissen, welche chemische und mineralogische Beschaffenheit sie haben. Das gilt auch für die dunklen, rundlichen 6—12 $\mu$ großen Körper der Figur 5, die ebenfalls Zellen sein sollen, vielleicht aber nur kleine Eisenoxydkörner sind. Es ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß der protoplasmatische Inhalt solch kleiner und zarter Körper während des Eindringens der Kieselsäure, die ja erst nach dem Absterben der Algenfäden eingedrungen sein könnte, seine äußere Form unverändert bewahrt haben sollte. Die pflanzliche Entstehung dieser Gebilde ist somit noch ganz unbewiesen.

Ob Newlandia concentrica aus der Beltformation mit dem Cryptozoon Walcotti, dem es äußerlich recht ähnlich ist, zu identifizieren ist, kann nur durch eine Untersuchung ihrer Struktur durch Anätzen oder mit dem Mikroskop entschieden werden. So lange dies nicht der Fall ist, läßt sich auf den Synchronismus der beide Gebilde einschließenden Schichten kein sicherer Schluß ziehen.

### Zweifelhafte Bildungen.

Unter den Kieselausscheidungen des Steeprockkalkes fiel mir beim Eingang in die NW-Bucht eine Form auf, die nicht gewöhnlich ist. Ein davon mitgebrachtes Stück habe ich in Tafel VII Figur 3 in natürlicher Größe abgebildet. In einem kalkarmen Dolomit liegen dicht gedrängt kieselige Bänder eingelagert, aber weder konkordant zur Bankung, noch auch untereinander. Der Verlauf dieser Bänder wechselt so rasch, daß er schon auf der Rückseite

des abgebildeten Stückes ein anderer als auf der Vorderseite ist. Organische Strukturen konnte ich darin keine finden und ich würde über diese Bildung als einer anorganischen stillschweigend hinweggegangen sein, wenn nicht Walcott unter dem Namen Newlandia major (l. c. Taf. III Fig. 3) und Camasia spongiosa (Taf. IX Fig. 1—2 u. Taf. XII Fig. 1—2) ähnliche Formen als fossile Pflanzen-Kolonien abgebildet hätte.

## Schlussergebnis.

Der Steeprockkalkstein schließt wirkliche Versteinerungen ein: eine lithistide Spongie: Atikokania Lawsoni Walc. und eine Stromatoporide: Cryptozoon Walcotti n. sp.

Nach der zurzeit herrschenden stratigraphischen Auffassung gehören die Steeprockschichten dem Huron an und wären somit tiefpräcambrisch oder archäisch, was Lawson zu dem Ausspruch berechtigte, die von ihm gefundenen Versteinerungen seien die ältesten Lebensformen, die bis jetzt gefunden worden sind.

Die mikroskopische Untersuchung hat jedoch ergeben, daß diese Versteinerungen einen ausgesprochen cambrischen Charakter haben, der vermuten läßt, daß sie entweder erst in cambrischer oder in einer dieser unmittelbar vorausgegangenen Zeit gelebt haben.

Die Lagerungsverhältnisse am Steeprocksee stehen mit einer solchen Altersbestimmung insofern nicht im Widerspruch, als unter den dort vorhandenen Schichtgesteinen die Steeprockschichten, wenn wir dabei von den diluvialen Ablagerungen absehen, die jüngsten sind.

Wenn somit auch die den canadischen Schild aufbauenden Schichten auf der stratigraphischen Leiter um einige Sproßen heraufrücken, so bleibt doch der große Gegensatz zwischen dem Schild im Osten und dem Felsengebirge im Westen während des Cambriums bestehen. Während nämlich hier sich, ohne Spuren einer irgendwie größeren Unterbrechung zu zeigen, die Sedimente im cambrischen Meere zu erstaunlicher Mächtigkeit über den Beltschichten in concordanter Lagerung aufgehäuft haben, fehlen sie auf dem canadischen Schilde ganz. Zwar wird der von Süden her transgressiv auf den Schild herübergreifende Sandstein, der die Unterlage der silurischen Schichten bildet, vielfach als cambrischer Potsdamsandstein bezeichnet und es wäre ja wohl auch möglich, daß seine Ablagerung noch gerade während der zu Ende gehenden cambrischen Zeit stattgefunden habe, aber es sind bis jetzt noch keine Versteinerungen darin gefunden worden, durch die dies mit Sicherheit zu beweisen ist. Keinesfalls jedoch darf er als ein vollwertiger Vertreter der

cambrischen Ablagerungen des Felsengebirges angesehen werden und er hat wohl hauptsächlich nur die Bedeutung einer klastischen Transgressions-Ablagerung, die dem entsprechend im Süden früher entstand als im Norden und deshalb um so jünger sein muß, je weiter im Norden sie liegt.

Das steht in gutem Einklang mit dem eocambrischen oder jung präcambrischen Alter des Steeprockkalkes. Denn zwischen seiner Entstehung und jener des Transgressions-Sandsteines muß ein langer Zeitraum gefallen sein, in dem zunächst die Steeprockschichten aus dem Meere gehoben und gefaltet wurden infolge jener weit ausgedehnten orogenetischen Bewegung, die im Westen Canadas die huronischen, im Osten die Grenville-Schichten ergriffen haben. Sodann folgte eine Periode, in welcher das von Gebirgserhebungen durchzogene Festland der Erosion ausgesetzt war, wodurch seine höheren Teile abgetragen und in die Niederungen des Festlandes verfrachtet wurden. Zugleich fanden an vielen Stellen bedeutende vulkanische Ausbrüche statt, deren Laven und Tuffe sich zusammen mit jenen Erosionsprodukten über dem Festlandboden, besonders in dessen Niederungen, ansammelten zu dem, was die amerikanischen Geologen als die Keweenawan und die etwas ältere Animikie-Formation bezeichnen. Diese Schichten liegen deutlich discordant abwechselnd auf den verschiedenalterigen Gesteinen des Präcambriums (Huron, Grenville-Schichten, Laurentian etc.) und erweisen sich dadurch als jüngere Bildungen, die heute noch an vielen Stellen ganz flach liegen und auch da, wo sie später vom orogenetischen Bewegungen erfaßt worden sind, doch nirgends so stark gestört wurden wie das ältere Präcambrium.

Hiernach erst erfolgte die große Silurtransgression, welche den canadischen Schild überschwemmte und dieses alte Festland mindestens zum größten Teil unter Wasser setzte. Die Festlandperiode, die damit zu Ende ging, muß lange gedauert und gerade ins Cambrium gefallen sein, das sie ganz oder doch mindestens zum großen Teil in Anspruch nahm. Keweenawan und Animikie erscheinen somit als cambrische Ablagerungen in terrestrer Facies und wenn es einmal gelingen sollte, irgendwo in ihnen marine Versteinerungen aufzufinden, dann dürften es voraussichtlich cambrische sein, die beweisen würden, daß sich von den umgebenden Ozeanen einzelne Meeresbuchten in dieses alte Land stellenweise und zeitweilig herein erstreckt haben.

---

# Tafelerklärung.

---

## Tafel I.

Figur 1. Cryptozoon proliferum Hall von der Hoytfarm. Tangentialschliff, × 13.

Das dunklere Coenothek schließt die hellen unregelmäßig netzförmigen Coenosarkröhren ein. Nur links unten ist das Coenosark nicht ganz tangential getroffen und zeigt infolgedessen eine mehr reihenförmige Anordnung. Man unterscheidet leicht die größeren im Bild bis 3 mm breit erscheinenden (= 230 μ) Coenosarkröhren von den feineren bis $^{1}/_{3}$ mm breiten (= 25 μ). Kleine Quarzkrystalle, im Durchmesser $^{1}/_{2}$—$2^{1}/_{2}$ mm groß (40—200 μ), liegen ziemlich häufig, aber regellos zerteilt, im Schliff. Sie lassen sich an ihren scharfen, mehr oder weniger rundlichen Umrissen und dem Fehlen von Staub oder Spaltlinien im Innern leicht erkennen und von der ebenfalls hellen Coenosarkfüllmasse unterscheiden, in welcher stets die Umrisse der einzelnen, sie zusammensetzenden Calzitkrystalle als feine Linien erscheinen und deren Grenze gegen das dunklere Coenothek nicht scharf gezogen sind. In der besonders dunklen Coenothekmasse, die von oben her in das Bild hereinragt, sind neben vielen ganz kleinen auch 2—3 mm große eingesprengte Dolomitrhomboëder deutlich zu erkennen.

Figur 2. Dieselbe Art von ebenda, im Querschnitt, × 12.

Von rechts nach links ziehen drei verschiedenartige Coenotheklagen durch das Bild. Die obere und untere zeigen die für die Radialschnitte charakteristische, vorherrschend horizontale und vertikale Anordnung der Coenosarkröhren, während in der mittleren Lage diese Regelmäßigkeit fehlt, vielleicht weil in ihr eine andere Wachstumsrichtung herrschte, so daß sie durch den Schliff weniger radial als tangential getroffen wurde. Dolomitkrystalle sind in lagenförmiger Anordnung und mehr oder minder geschlossenen Zügen den Coenotheklagen annähernd parallel eingeschaltet. Ganz unten sieht man auf dem Bild eine durch ihre schwarze Farbe hervortretende Drucksutur, die aber als solche sich erst bei stärkerer Vergrößerung deutlich zu erkennen gibt. Die Coenothekschicht, welche unmittelbar darüber liegt, wird von ihr nach der rechten Seite hin plötzlich abgeschnitten, wie das für eine Drucksutur charakteristisch ist.

Figur 3. Dieselbe Art von ebenda, × 12.

Es liegen in diesem Schliff mehrere Zuwachszonen über einander, von denen die mittlere verhältnismäßig hell erscheint und einen eigenartigen zungenförmigen Auswuchs zeigt, während die anderen nur schwach gebogen sind. Jede dieser Anwachszonen ist dadurch ausgezeichnet, daß das Coenothek an ihrer Basis durch zahlreiche Coenosarkröhren aufgehellt ist, aber nach oben dichter wird und daß schließlich die ganze Zone mit einer dunklen Linie abschließt. Dolomitlagen ziehen quer durch das Bild, ohne Rücksicht auf die Verbiegungen der Zuwachszonen zu nehmen. Auch Quarzkörner liegen in wechselnder Häufigkeit in den einzelnen Zonen und in den Dolomitbändern, die sich dadurch als Teile von nachträglich umkrystallisierten Zuwachszonen erweisen.

Figur 4. Dieselbe Art von ebenda. Vertikalschliff mit Dolomitgängen auf Zerreissungsspalten, × 12.

Von den Zuwachszonen ist die unterste von der darüberliegenden durch eine breite Sandschicht mit vielen Quarzkörnern getrennt, auf der zu oberst noch eine dünne Lage von Dolomitrhomboëdern ausgebreitet ist. Zwei feine geradlinige Dolomitgänge setzen durch die Anwachs-

zonen und werden von einem dritten, breiteren unregelmäßige Haken werfenden Gang durchschnitten. Dieser ist jedenfalls jünger als die anderen zwei Gänge, aber auch als jene Dolomitrhomboëderlage, denn da wo er diese berührt, ist die Trennung beider scharf und beweist, daß die Krystalle des Dolomitlagers schon auskrystallisiert waren, bevor jene Dolomitspalte entstund.

**Figur 5.** Cryptozoon Ruedemanni, ⨯ 12.

Dieser tangentiale Schnitt zeigt die mit Dolomitkrystallen ausgefüllten hellen Coenosarkröhren, die sich von dem dunkleren Coenothek deutlich abheben. In dem oberen Teil zieht ein schmaler Sandstreifen (60—120 $\mu$ breit) quer durch das Bild. Er besteht aus hellem, feinem Sandstaub. Die Quarzkörner erreichen den Durchmesser von 40 $\mu$ meist nicht. Dazwischen liegen viele winzige Eisenerzkörner und ein, wie es scheint, dolomitisches Bindemittel. Die zwei großen weißen Flecken im Bild sind nur Lücken im Schliff.

**Figur 6.** Cryptozoon spec. indet. aus dem Eisenbahneinschnitt von Greenville, ⨯ 12.

In diesem vollständig dolomitisierten Cryptozoon ist die ursprüngliche Hydrozoenstruktur fast ganz verschwunden und läßt sich nur noch stellenweise an den trüberen Partien erkennen, die dem Coenothek entsprechen und sich von einem Dolomitkrystall in dem anderen fortsetzen. Die Umriße der Dolomitkrystalle sind alle durch dunkle, schwarze Linien markiert. Der lagenweise Aufbau des Stockes ist noch an den von rechts nach links horizontal das Bild durchlaufenden dunklen sandigen Bändern zu erkennen, in denen neben den Quarzkörnern auch noch viel Eisenerz liegt. Das Bindemittel besteht aus äußerst feinkörnigem Dolomit. Die zwei sich kreuzenden dunklen Striche rechts unten gehören nicht zum Schliff.

## Tafel II.

**Figur 1.** Cryptozoon spec. indet.

Das Bild gibt eine Stelle aus Figur 6 Tafel I in dreimal stärkerer Vergrößerung. Die Dolomitkrystalle sind allotriomorph. Die trübe bis dunkel erscheinenden Teile derselben stehen zum Teil von Krystall zu Krystall mit einander in Verbindung und geben so Lage und Form der Coenothek-Äste an. Die Trübung ist durch winzige Poren und Körperchen verursacht, deren spezielle Natur sich nicht bestimmen läßt. Die Ränder der Krystalle sind stets von einem dünnen Häutchen einer bräunlichen, durchscheinenden Substanz umgeben, welche die schon in Figur 6 Tafel 1 auffallenden Begrenzungslinien der Krystalle bedingen.

**Figur 2.** Cryptozoon proliferum von der Hoytfarm, ⨯ 12.

Eine unten noch ins Bild hereingreifende Coenotheklage ist von der darüberliegenden dunklen Lage durch eine schmale dolomitisierte helle Zone getrennt. Über der dunklen Coenotheklage liegt eine breite Dolomitzone mit Palimpsestsruktur, in der aber noch ein unregelmäßiger Rest eines dunklen Coenotheklagers eingeschlossen ist. Einzelne Quarzkörner bis zu 3 mm Größe (bis 250 $\mu$) liegen sowohl in letzterem als auch in der Dolomitzone eingeschlossen. In letzterer erkennt man auch einen 4 mm großen Oolith, dessen konzentrische Struktur trotz der Dolomitisierung noch palimpsestartig erhalten ist. Einige feine Dolomitgänge setzen durch die dunkle untere Coenotheklage quer hindurch und verbinden so die zwei dolomitisierten Zonen.

**Figur 3.** Cryptozoon proliferum Hoytfarm, ⨯ 2.

Gibt einen Überblick über die Lamellenstruktur des Cryptozoon und zugleich über die, durch Dolomitgänge mit einander verbundenen dolomitisierten Zonen. Von diesem Schliffe gibt Figur 2 Tafel I eine Stelle vom oberen Rande in stärkerer Vergrößerung wieder.

**Figur 4.** Cryptozoon proliferum von der Hoytfarm, ⨯ 2.

Das teilweise dolomitisierte Stück zeigt die zwischen die Coenotheklamellen eingeschalteten Sandschichten. Figur 2 auf Tafel II gibt ein Stück des Schliffes am linken Rande in stärkerer Vergrößerung aber umgekehrter Orientierung wieder.

**Figur 5.** Cryptozoon Ruedemanni, ⨯ 2.

Zeigt die dunkel erscheinenden Streifen, von denen Figur 5 auf Tafel I einen in zwölffacher Vergrößerung wiedergibt. Sie unterscheiden sich von den Sandlagen in Cryptozoon proliferum nicht nur durch ihre Feinheit, sondern auch dadurch, daß sie die coenothekale Bänderung

ohne Rücksicht auf deren Verlauf durchschneiden, einen eigenartigen, an Drucksutturen erinnernden feingezackten Verlauf haben und sich vielfach netzförmig mit einander verbinden.

**Figur 6.** Cryptozoon Walcotti spec. vom Trueman Point des Steeprocksees, ⋊ 13.

Die hellen Coenosarkröhren sind im oberen Teile des Bildes in annähernd radialer, im unteren mehr in tangentionaler Richtung geschnitten.

**Figur 7.** Schliff durch eine gänzlich dolomitisierte Spongie aus dem oberen Helenadolomit vom Mount Helena, ⋊ 45. (Siehe S. 12 im I. Teil dieser Arbeit, 1915, Bd. XXVIII, 1. Abhandlung.)

Ein Teil der Dolomitkrystalle ist durch feinen Staub getrübt. Die nicht getrübten hellen Teile entsprechen wahrscheinlich dem ursprünglichen Kieselskelett einer lithistiden Spongie.

## Tafel III.

**Figur 1.** Eozoon, ⋊ 2.

Dieser Schliff soll hauptsächlich die charakteristische Bänderstruktur des Eozoon zeigen. Die Serpentinlagen erscheinen dunkel, die Kalklagen hell, aber mit schwacher Trübung. Die Calzitgänge setzen in großer Zahl quer durch die Serpentinlagen, ohne in die Kalklagen selbst einzudringen und darin fortzusetzen. Chrysotilbänder fehlen in diesem Schliffe vollständig. Die Kalklagen hat Carpenter als Zwischenskelett, die Serpentinlagen als Ausfüllung von Foraminiferenkammern gedeutet. Besonders im unteren Teil des Bildes erkennt man Apophysen von Serpentin in den Kalklagen. Man sieht, daß die Serpentinlagen auf der Innenseite der Krümmung breiter sind und nach der Außenseite hin schmäler werden und gedrängter stehen.

**Figur 2.** Ein Teil des obigen Schliffes, ⋊ 12.

Er zeigt zwei Serpentinlagen, die durch eine dunkel erscheinende Kalklage zwar getrennt werden, an einer Stelle aber doch in unmittelbare Verbindung treten infolge davon, daß sich die Kalklage an dieser Stelle zuspitzt und auskeilt. Die Maschenstruktur des Serpentins ist deutlich sichtbar und ebenso sein Eindringen in den Kalk auf schmalen vorwiegend parallelen und zum Teil seitlich miteinander verfließenden Apophysen. Die kleinen hellen, isolierten, rundlichen Partien im Kalk sind ebenfalls Serpentin aber mit Pikrolith-Struktur. Mehrere Calzitgänge setzen quer durch den Schliff. Man erkennt sie teils an den geraden Spaltdurchgängen und den Zwillingslamellen des Calzites, teils an ihren feinen ausgezackten Salbändern. Diese Auszackung ist bedingt durch feine, zum Salband senkrecht gestellte Serpentinnadeln, die zackenförmig ein Stück weit in den Calzitgang hereindringen. Es stellen diese Gänge Zwischenstufen dar, zwischen den reinen Calzit- und den reinen Chrysotilgängen. Der Gangcalzit unterscheidet sich von dem der Kalklage durch seine größere Durchsichtigkeit. Wo die Gänge auf das mittlere Kalkband treffen, hören sie auf und setzen nicht durch dasselbe hindurch. Sie liegen also nur im Serpentin. Sie können somit keine Ausfüllungen von Zerreißungsspalten sein, die das ganze Eozoongestein getroffen haben. Die Kalklagen sind davon jedenfalls ausgenommen. Links oben liegt eine jüngere Serpentinmasse, die nach Art einer Kumuluswolke in das Bild hereinragt und die die von unten nach oben streichenden Calzitgänge unterbricht. Im Gegensatz zu den zwei Serpentinlagen zeigt diese Wolke zahlreiche radialfaserige rundliche oder gekröseartig gewundene Partien (Pikrolith), die im polarisierten Licht sehr viel deutlicher als im gewöhnlichen hervortreten. Diese Serpentinwolke ist jedenfalls eine jüngere Bildung, die auf Kosten der Calzitgänge und deren Nebengestein entstanden ist.

**Figur 3.** Eozoonschliff, ⋊ 12.

Zeigt einen Calzitgang in einer Serpentinlage. Rechts oben ragt noch ein Stück der angrenzenden Kalklage herein, erkennbar an seinen trüben Calzitkrystallen. Ein schmales Calzitfaserband liegt dort genau auf der Grenze gegen den Serpentin, also nach Art eines „proper wall“. Aber sowohl nach rechts, wo es sich bald auskeilt, als auch nach links biegt es von dieser Grenze ab und zieht sich mitten in die Serpentinlage hinein, in der es sich sogar weiter hin gegen den unteren Bildrand zu verästelt. Die Faserung des Kalkes behält im ganzen Bilde annähernd die gleiche Richtung und zeigt schwache Ablenkung davon nur da, wo die Fasern verbogen sind, wahrscheinlich infolge eines nachträglichen Druckes im Gestein. In den breiteren Fasern erkennt man noch deutlich die rhomboëdrischen Spaltdurchgänge. Vermutlich entspricht

die Faserung einer feinen Zwillingslamellierung, so daß die Strucktur vielleicht richtiger als eine feinblätterige bezeichnet werden sollte. Auch hier, wie in Figur 2 zeigen die Salbänder eine feine Verzahnung mit dem Serpentin, der nadelförmig in die Gänge hereinspitzt. Daneben liegen im Serpentin auch noch echte Crysotilbänder, deren Faserung fast genau die gleiche Richtung hat, wie die in den Calzitgängen. Auf der Abbildung treten sie allerdings sehr wenig deutlich hervor und können nur an den unter einander parallel gestellten einzelnen dunklen Linien erkannt werden, deren Richtung mit der der Calzitfaserung parallel verläuft. Im polarisierten Lichte hingegen treten sie mit großer Klarheit hervor. Dieses Bild beweist, daß die Deutung der Faserkalkbänder ebenso wie die der Chrysotilbänder als Foraminiferenschalen gänzlich unhaltbar ist.

**Figur 4.** Eozoonschliff, $\times$ 12.

Eine Calzitlage zieht sich von oben nach unten durch die Mitte des Bildes und ist zu beiden Seiten von je einer Serpentinlage begrenzt. Der treppenförmig verlaufende helle dünne Streifen im Calzitlager nahe seinem rechten Rande ist ein durch Zereissung des Dünnschliffes beim Aufkleben entstandener Spalt. Die Calzitkristalle, die zum größten Teile sehr deutlich die rhomboëdrischen Spaltdurchgänge zeigen, erscheinen sehr trüb infolge von winzigen Poren und weil der Schliff ziemlich dick ist. Ungefähr die Hälfte der Krystalle ist von Dolomitskeletten mikro-pegmatitisch durchwachsen. (Die dolomitischen Kanäle Dawsons.) Die hellen Einschlüsse in der Calzitlage, die teils rundliche bis eiförmige, teils bandförmige Gestalt haben, bestehen aus mikrokrystallinem Serpentinaggregat. Auf der linken Seite der Calzitlage zieht sich ein Chrysotilband hin, dessen Faserung trotz nachträglicher schwacher Verbiegung durchweg gleiche Orientierung hat. Die dunkleren Partien in diesem sonst weiß erscheinenden Band sind durch Kalkeinlagerungen zwischen den Chrysotilfasern hervorgerufen. Nach Carpenter wären dies Reste der ursprünglich perforierten Foraminiferenschale. Seiner Auffassung entsprechend liegt dies Band im unteren Teile dieses Bildes auch genau auf der Grenze zwischen dem als „intermediate skeleton“ gedeuteten Calzitlager und dem die Kammerausfüllungen darstellenden Serpentinband. Diese Deutung wird aber dadurch hinfällig, daß in der oberen Hälfte des Bildes dieses Band plötzlich aus seiner Grenzlage heraus- und in die Serpentinlage eintritt. Auf der anderen Seite der Kalklage fehlt ein solches Band vollständig.

**Figur 5.** Eozoonschliff, $\times$ 45.

Stellt einen Teil einer Kalklage dar, in der einige, durch ihre rundlichen Umrisse auffallenden Fremdkörper eingesprengt sind: auf der linken Seite oben ein 1—9 mm (200 $\mu$) großes rundliches Glimmerblatt, darunter kurz säulenförmige Krystalle, wahrscheinlich von Apatit. Am oberen Rande liegt eine helle Serpentinpartie, an die sich nach unten noch eine schmälere Partie anschließt, die bis über die Mitte des Bildes herunterreicht. Der lange balkenförmige Streifen in der unteren Hälfte ist ein Riß im Schliff. Im Übrigen besteht letzterer aus Calzitkrystallen mit mikropegmatitisch eingewachsenem Dolomit, dessen verästelte Zweige sich zum Teil in perlschnurartige Ketten auflösen, deren einzelne Glieder polygonal umgrenzt sind. Das Gleiche gilt auch für die noch zusammenhängenden Zweige, wo sich diese Glieder an den einspringenden Winkeln erkennen lassen, die an den Seitenflächen der Zweige da liegen, wo zwei Glieder aneinander stoßen.

**Figur 6.** Eozoonschliff, $\times$ 12.

Von den zwei rechts und links in den Schliff hereingreifenden Serpentinlagen gehen feine Gänge apophysenartig in das Kalklager herein, dessen Calzitkrystalle leicht an ihrer Trübung erkannt werden. Diese Serpentingänge sind im oberen Teile des Bildes hell, im unteren aber trüb und noch dunkler als der Calzit. Man sieht, daß der Serpentin auf unregelmäßigen Spalten in die Calzitkrystalle eingedrungen ist. Die meisten der Calzitkrystalle sind außerdem von Dolomit durchwachsen, was aber wegen der Dicke des Schliffes deutlich nur rechts oben zu erkennen ist. Der die beiden Serpentinlagen verbindende helle Streifen in der Mitte des Bildes und derjenige, welcher von dem linken Serpentin gerade in die Höhe steigt, sind Risse im Schliff.

## Tafel IV.

**Figur 1.** Atikokania Lawsoni Walc. von Point 1, Steeprocksee $^{10}/_{17}$ nat. Gr.

Bruchstück eines Spongienstockes mit teilweise verkieselten Radialkanälen, die nach oben radial auseinanderstrahlen und scheinbar an der oberen 13—20 mm breiten Schicht enden. Sie setzen aber dennoch in dieselbe hinein, da sie aber nicht mehr verkieselt sind, so hat die Verwitterung sie nicht sichtbar machen können, mit Ausnahme einer kleinen Stelle, links am Oberrande des Stockes, wo wiederum Verkieselung eingetreten ist. Das Stück ist auf der Tafel so gestellt, daß seine Oberseite die rechte Längsseite bildet.

**Figur 2.** Eozoonblock der Münchner geologischen Staatssammlung $^{1}/_{7}$ nat. Gr.

Er zeigt auf der linken Hälfte der angeschliffenen Fläche die unregelmäßig aneinandergereihten Diopsidkerne, die von einem breiten dunklen Serpentinband umsäumt sind, an das sich nach außen die Eozoonbänderung aureolenartig anschließt. Am rechten Rand ragt eine solche Bänderung noch in den Block herein, während der dazugehörige Diopsidkern nicht mehr erhalten ist. Der Rest des Bildes zeigt unregelmäßig körnigen Ophicalzit (Acervulines Eozoon Dawsons), der aber gegen die Eozoonbänderung keine scharfe Abgrenzung erkennen läßt. Die das Bild durchsetzenden dunklen gangähnlichen Linien entsprechen Rissen im Gestein, die beim Zerschneiden des Blockes entstanden und mit einem bräunlichen Politurzement verschmiert worden sind.

**Figur 3.** Die Oberfläche dieses Blockes gibt das Spiegelbild der Oberfläche von Figur 2 wieder. Dieser Block lag ursprünglich auf dem von Figur 2 und ist durch Zerschneiden abgetrennt worden. Auf der dazu senkrecht stehenden Seitenfläche erscheint die Fortsetzung der Diopsid-Kernpartien, welche auf der Oberfläche sichtbar sind. Sie sind ebenfalls mit einem breiten dunklen Band und der feinen Eozoonbänderung umgeben.

**Figur 4.** Eozoonschliff, $\times$ 12.

Rechts und links unten ragen zwei Serpentinlagen in den Schliff herein. In dem Kalklager, das den übrigen Teil des Bildes einnimmt, liegen links oben drei kleine rundliche Serpentineinschlüsse. Die Calzitkrystalle sind durch feine Poren stark getrübt; nur links oben zeigt ein ganz dunkel erscheinender Calzitkrystall eine äußerst feine mikropegmatitische Verwachsung mit Dolomit. Die im Bilde durchschnittlich 1 mm breit erscheinenden Serpentinstreifen im Kalklager sind unregelmäßig dichotom verzweigt und erscheinen, wo sie durch den Schliff quer geschnitten sind, als unregelmäßig rundliche oder längliche Körper, deren Füllung aus einem mikrokrystallinen Serpentinaggregat besteht, das zwischen gekreuzten Nicols als solches leicht erkannt wird. Bei gewöhnlichem durchfallendem Licht erscheinen sie im Dünnschliffe weingelb. Chrysotilgänge fehlen vollstänig. Die kleinen dunklen Flecken in dem linksseitigen Serpentinband bestehen aus eingesprengtem trübem Calzit.

**Figur 5.** Eozoonschliff, $\times$ 12.

Zwischen einer Serpentinlage unten und einer rechts oben liegt ein durch feine Poren stark getrübtes Calzitaggregat, das von einem Serpentinadernetz durchwirkt ist. Diese Adern entspringen zum Teil unmittelbar aus dem Serpentinlager, dessen maschige Struktur deutlich zu sehen ist. Der Serpentin der Adern aber ist mikrokörnig und nur an den Rändern gegen den Calzit faserig entwickelt. Die Fasern stehen rechtwinkelig zum Verlauf des Randes. Diese randliche Faserzone ist bis zu 10 $\mu$ breit und auf dem Bilde zum Teil zu erkennen, sie tritt aber im polarisierten Lichte sehr viel deutlicher hervor. Die Orientierung der Fasern ist somit hier eine ganz andere als in den Crysotilgängen. Diese kanalartigen Adern unterscheiden sich von den weingelben und baumförmig verzweigten Kanälen der Figur 4 sowohl durch ihre netzförmige Gestalt als auch dadurch, daß sie bei durchfallendem Lichte ganz wasserhell erscheinen. Die untergeordneten dunklen Flecken im Serpentinlager bestehen wie bei Figur 4 aus trübem Calzit.

## Tafel V.

**Figur 1.** Eozoonschliff, × 12.

Zu unterst tritt eine ganz dunkel erscheinende Kalklage in das Bild herein. Darüber liegt eine Serpentinlage, die rechts und links breit ist, in der Mitte aber sich zu einer schmalen Brücke verengt (ein Stolon nach Carpenter), darüber folgt eine Kalklage, die sich nach rechts stark verschmälert und gegen oben von einer neuen Serpentinlage begrenzt wird. In dem Kalklager liegen kleine bis 5 mm große abgerundete Serpentinpartien eingeschlossen, die so weit sie ganz wasserhell sind, aus radialfaserigem Serpentin (Pikrolith) bestehen. Den Spaltdurchgängen entlang ist Serpentin von den beiden Serpentinlagen aus in die Calzitkrystalle eingedrungen in Form feiner Gänge, die sich zum Teil von beiden Seiten her vereinigen und so das ganze Kalkband nach zwei Richtungen, die den Spaltdurchgängen entsprechen, durchsetzen, nach Art eines Gitters.

**Figur 2.** Eozoonschliff, × 12.

„Acervuliner" Teil des Eozoon canadense. Er besteht aus einem körnigen Aggregat von Calzit und Serpentin. Der Calzit zeigt die bekannte Trübung. Der Serpentin läßt größtenteils die Umrisse der Peridotkrystalle, aus denen er hervorgegangen ist, noch sehr deutlich erkennen. Im Innern der einzelnen Serpentinpartien liegen meist kleine trübe Kerne von Kalkkarbonat. In dem Calzit fehlen kanalartige Bildungen vollständig.

**Figur 3.** Geologische Kartenskizze des Hauptfundortes von Eozoon bei Côte St. Pierre nördlich von St. Andrée Aveline im Maßstab 1 : 6000.

## Tafel VI.

**Figur 1.** Atikokania Lawsoni Walc., × 2, vom Steeprocklake, Ostbucht, Point 1.

Der noch ziemlich dicke Dünnschliff ist bei durchfallendem Licht photographiert, um das durch Kohlenpartikel dunkel gefärbte Netzwerk deutlich hervortreten zu lassen.

**Figur 2.** Derselbe Schliff nach weiterem Abschleifen zeigt, wie das Netzwerk sich auflockert in dem Maße als der Schliff dünner wird, weil die Maschen nicht aus breiten Bändern, sondern aus feinen Ästen bestehen. Bei noch weiterem Anschleifen würde das Netzwerk als solches verschwinden und sich in eine Anzahl isolierter Astteile auflösen.

**Figur 3.** Dünnschliff durch ein Aulocopium aus dem Obersilur von Niagara, × 2.

Das Netzwerk erscheint hier nicht dunkel sondern hell, weil es verkieselt ist. Besonders die weiten Maschen auf der linken Seite des Schliffes sollen zum Vergleich mit dem Netzwerk in Figur 1 und 2 dienen.

**Figur 4.** Atikokania Lawsoni von Point 2, × 2.

Die angeschliffene und angeätzte Fläche wurde bei auffallendem Licht photographiert und zeigt sowohl die verkieselten Radialkanäle als auch das zwischen ihnen liegende Kieselskelett.

**Figur 5.** Atikokania Lawsoni von Point 1, × 2.

Angewitterte Oberfläche von dem, auf Tafel VII Figur 2 abgebildeten Stücke. Das feine Spongienskelett tritt deutlich hervor.

**Figur 6.** Dünnschliff von dem in Figur 4 abgebildeten Stücke, × 13.

Zeigt zwei mit Quarz ausgefüllte Kanäle im Längsschnitt. Der eine Kanal ist ziemlich median, der andere mehr tangential geschnitten. Beide laufen von links oben nach rechts unten durch das Bild. Sie erscheinen ganz hell und bestehen aus einem Quarzaggregat. Die Umrisse der einzelnen Quarzkörner sind nur andeutungsweise zu sehen, treten aber im polarisierten Lichte sehr deutlich hervor. Die Grenzen der Quarzaggregate gegen das Karbonataggregat, welches eine trübere Farbe hat, sind unregelmäßig und einzelne Karbonatkrystalle greifen ebenso unregelmäßig in das Quarzaggregat ein, wie dieses in jenes. Von einer besonderen Kanalwand ist nichts zu sehen.

**Figur 7.** Atikokania von Point 1, × 2.

Ein frisch angeätztes Bruchstück zeigt das dolomitisierte Nadelskelett an vielen Stellen deutlich hervortretend.

## Tafel VII.

Figur 1. Atikokania von Point 2, × 1.
Eine angeätzte Bruchfläche zeigt das dolomitisierte Spongienskelett.

Figur 2. Eine Platte aus dem Lithographenschiefer des oberen Jura von Eichstätt, 9/10 nat. Gr.
Die konkretionären Eisenmanganringe, welche auf der Oberfläche sichtbar sind, setzen quer durch die Platte hindurch und sind auf ihrer Unterseite in gleicher Weise sichtbar.

Figur 3. Atikokania Lawsoni von Point 1, 3/5 nat. Gr.
Die Oberfläche dieser Platte entspricht nicht einer Schichtungs- sondern einer Druckschieferungskluft, welche mit den wahren Schichtungsklüften Winkel von bis 70° bildet. Die Oberfläche entspricht infolge dessen einem nicht ganz genau orientierten, aber ungefähr vertikalen Medianschnitt eines Atikokaniastockes. Bei X—X stoßen von außen her die in entgegengesetzter Richtung aufsteigenden Kanäle zweier benachbarter Stöcke an diejenigen des mittleres Stockes an. d—d bezeichnet Anfang und Ende zweier Drucksuturen.

Figur 4. Gibt die Unterseite dieses Stockes, welche auf Figur 3 noch zu unterst aber stark verkürzt zu sehen ist. Sie zeigt deutlich die radiale, von einem Mittelpunkt ausgehende Anordnung der Kanäle, soweit sie verkieselt sind.

## Tafel VIII.

Figur 1. Cryptozoon Walcotti n. sp. von Point 2, in natürlicher Größe.
Ein stark verkieseltes und sideritisiertes Stück.

Figur 2. Dasselbe, von dem Westufer am Eingang in die NW-Bucht.

Figur 3. Ein Gesteinsstück von ebenda.
Zwischen zwei Dolomitlagen liegt eine mittlere, die erfüllt ist von eigenartigen bandförmigen Kieselausscheidungen.

# Inhaltsverzeichnis.

1

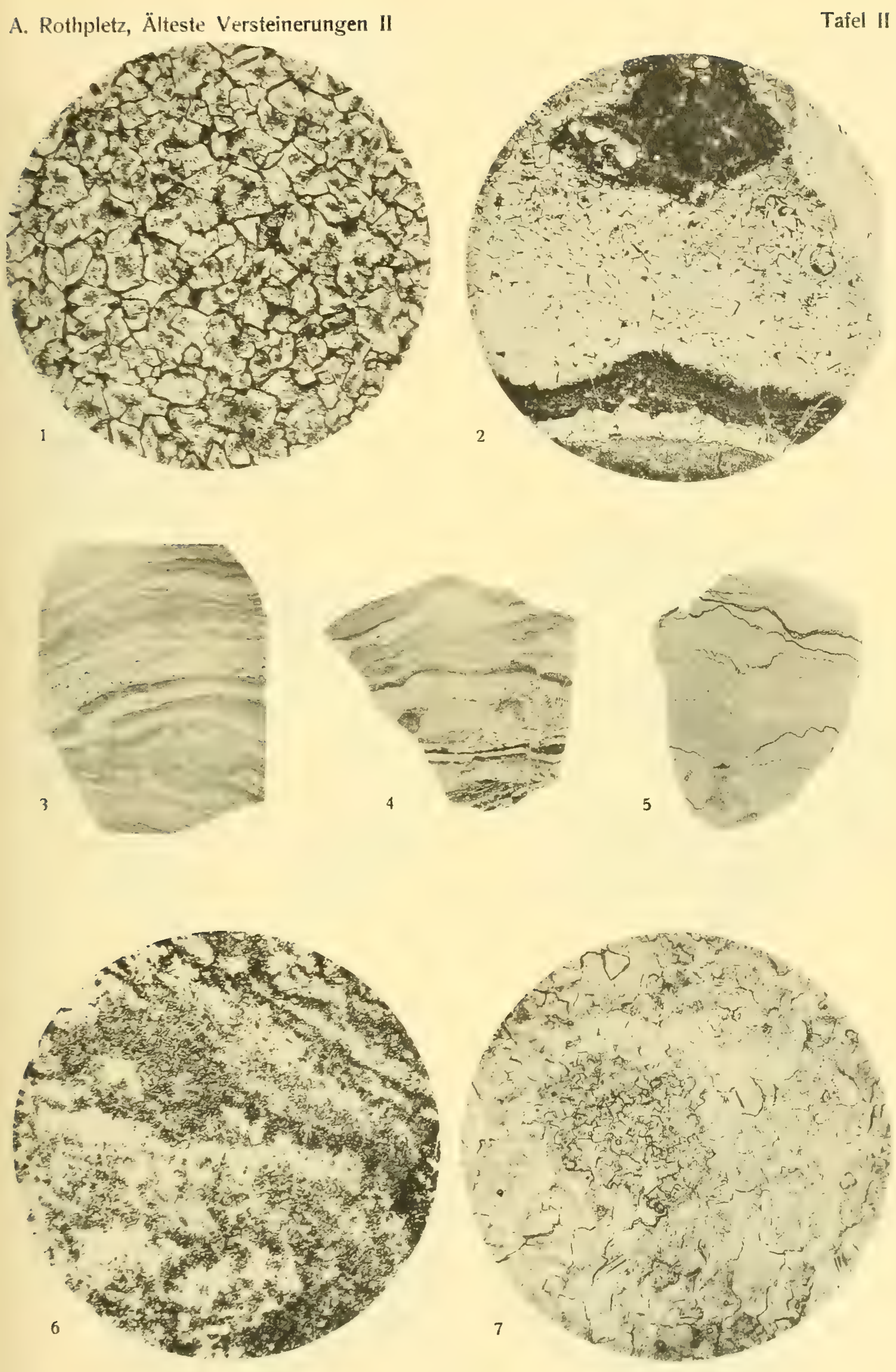
2

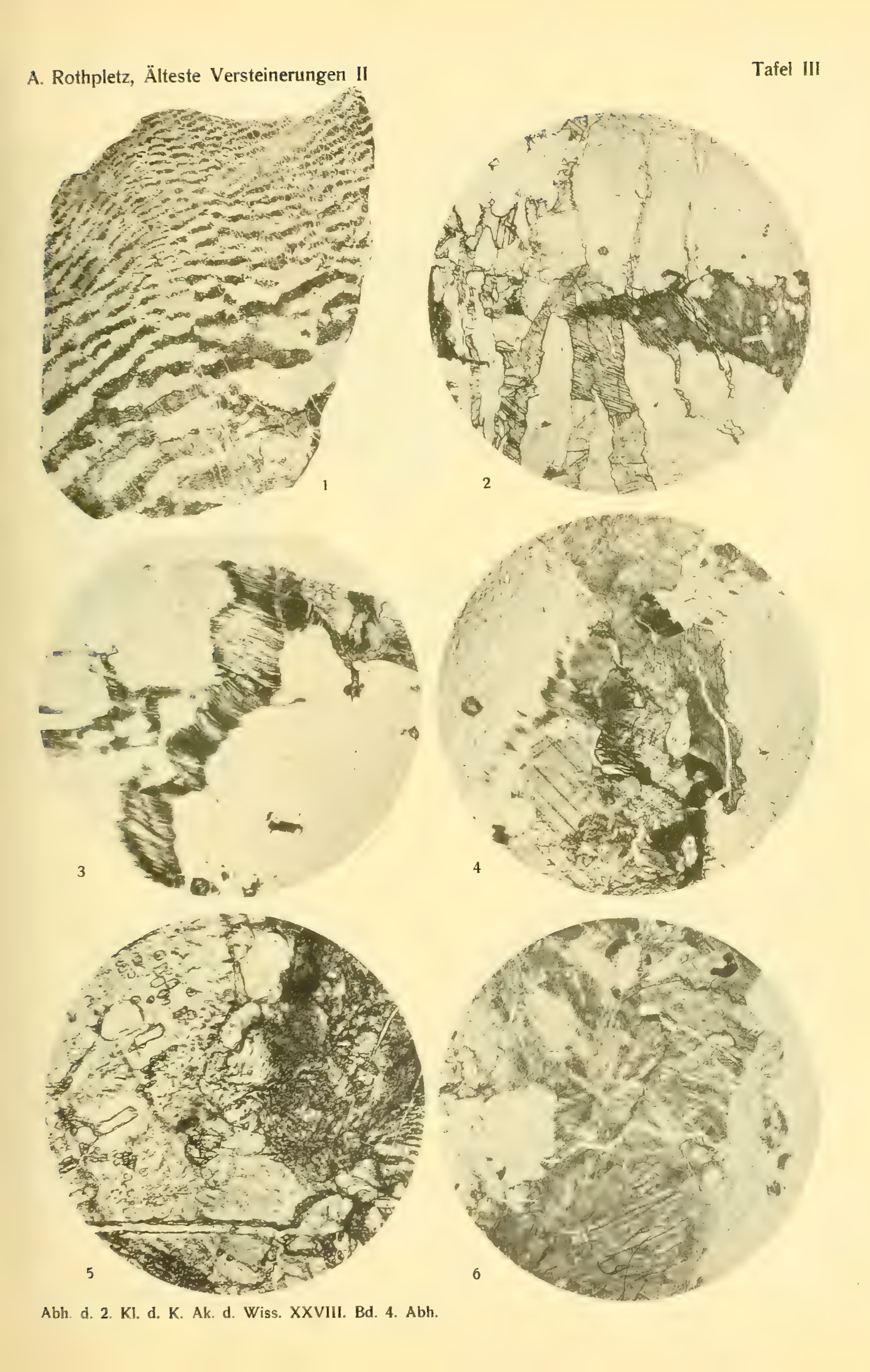
3

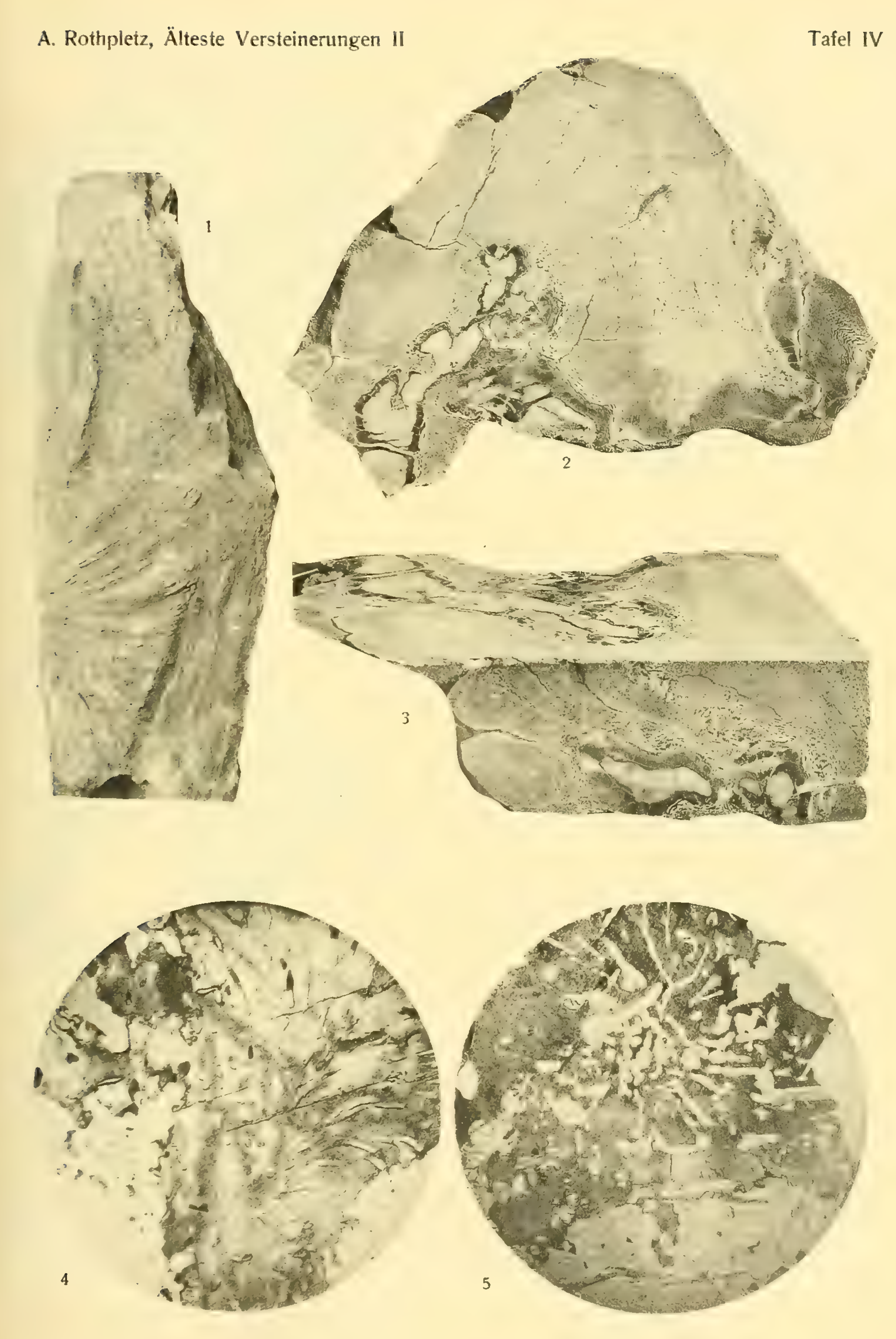
4

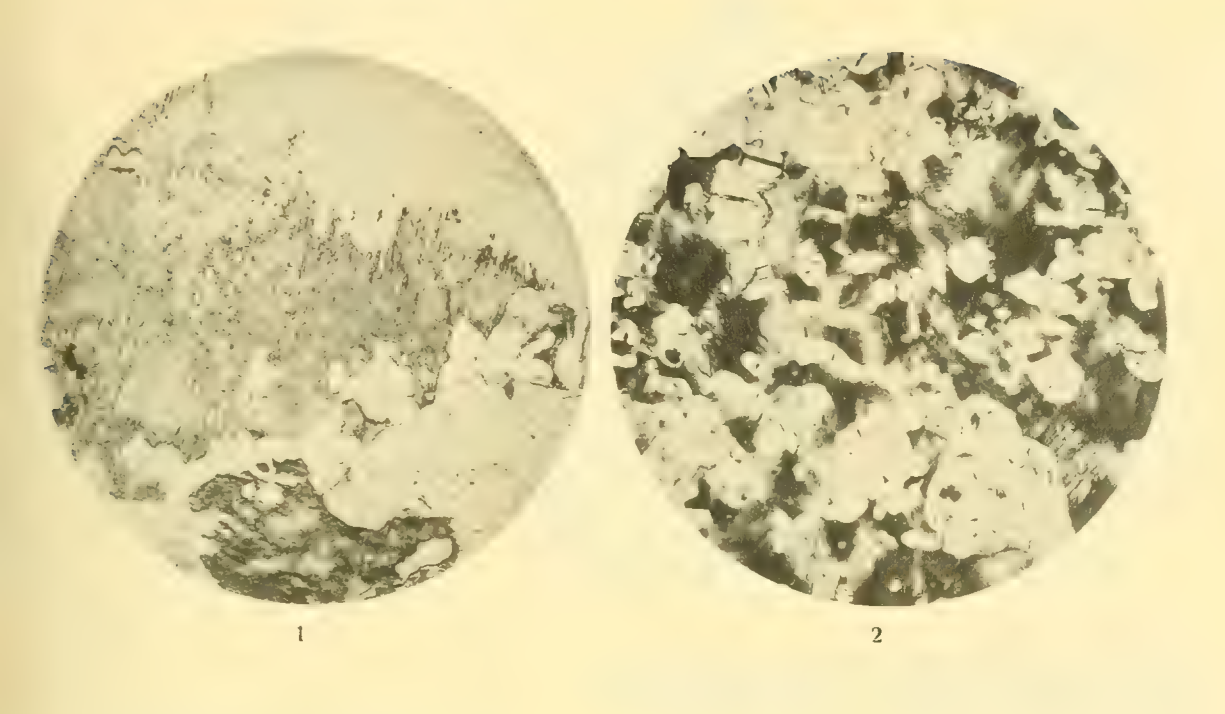
5

6


1
2
3
4
5
6
7


1
2
3
4
5
6


1
2
3
4
5



1 2

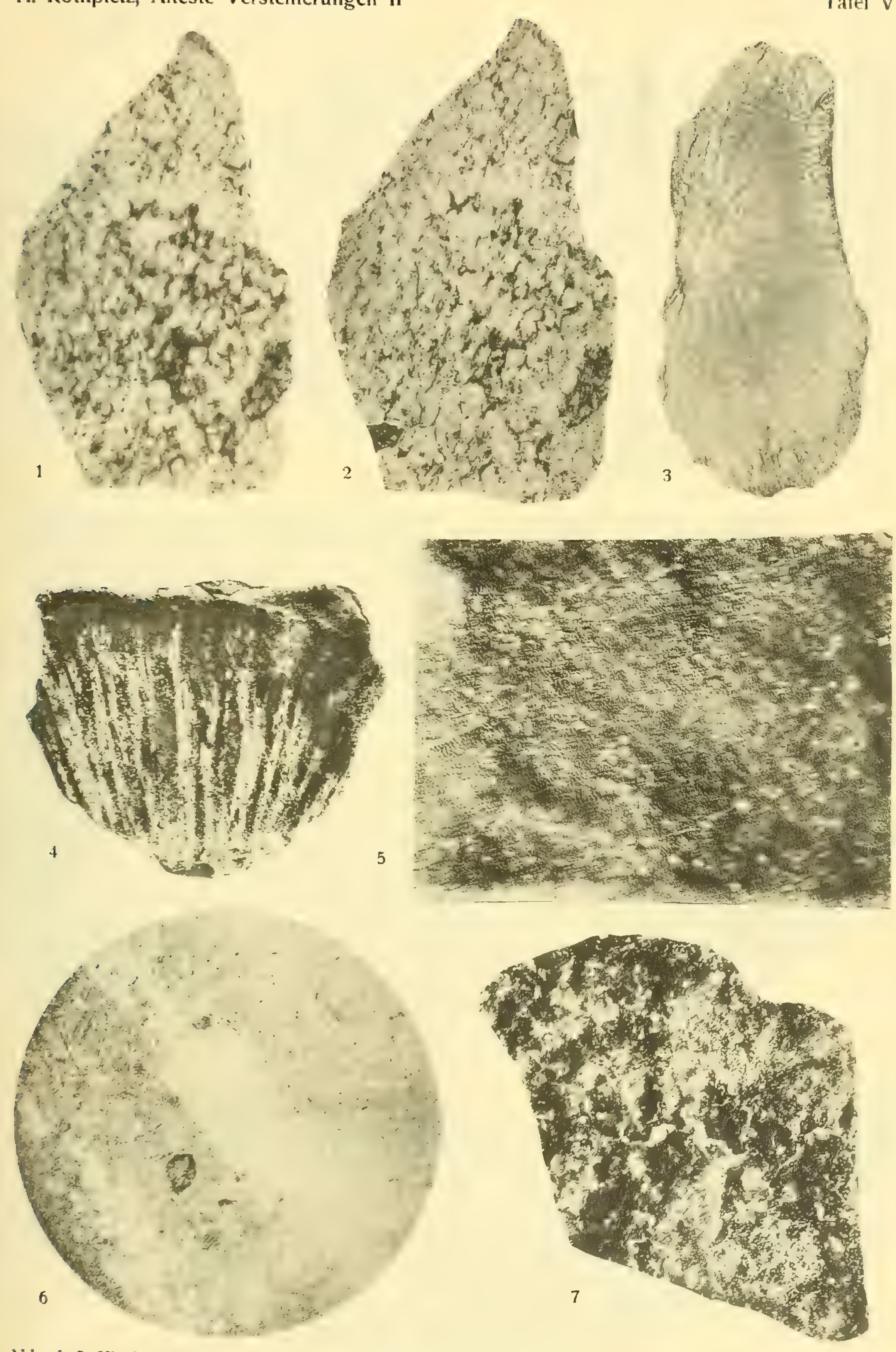
QUARZIT
MARMOR
GNEIS
GABBRO

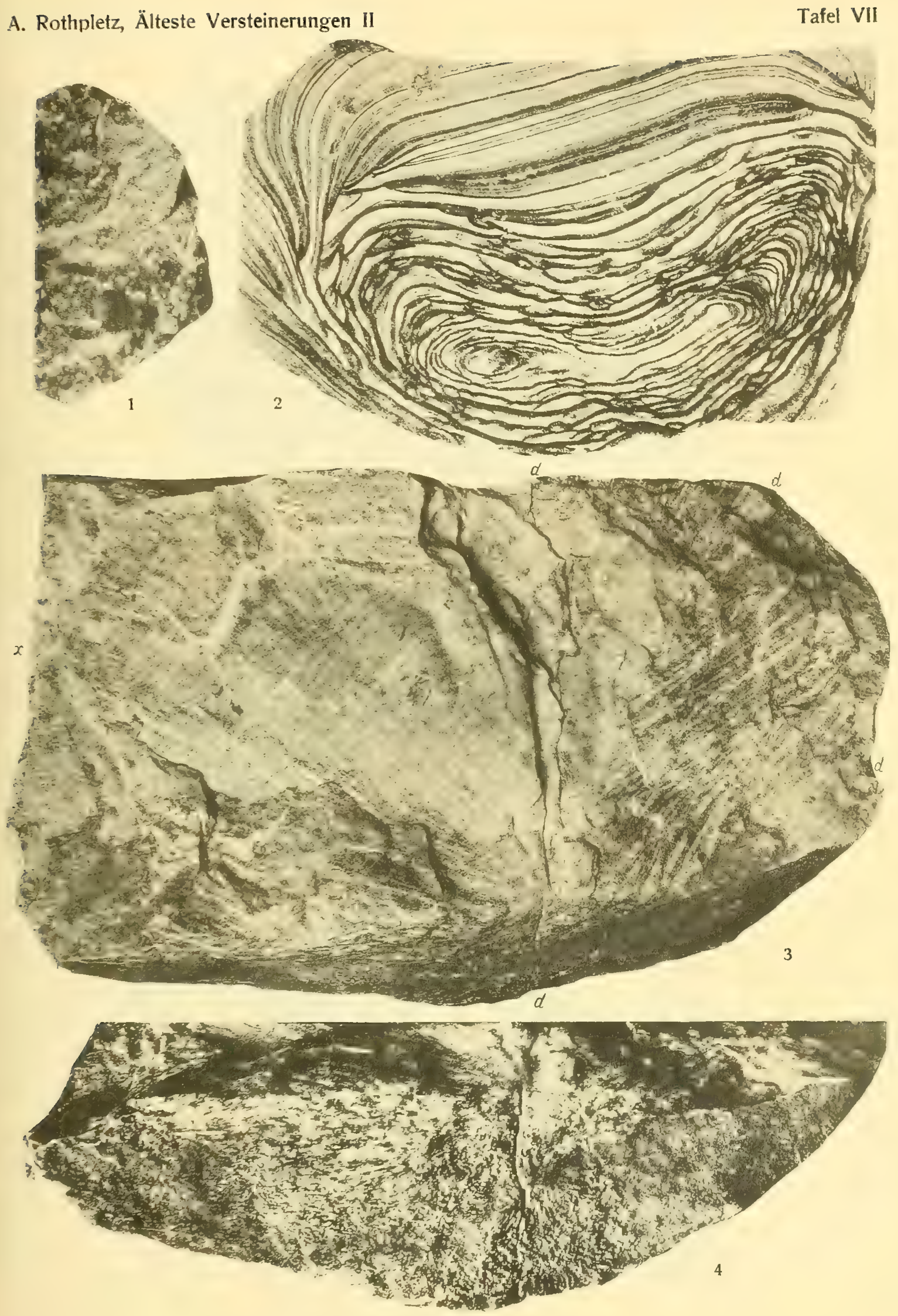
L FARM VON G. LAVIGNE
+ DIOPSIDFELS
NACH STANSFIELD
o EOZOON
a GRENVILLE-KALKSTEIN
b SERPENTIN-KALKSTEIN
c DIOPSIDFELS d VERWERF.
q• QUELLE
s▫ SCHACHT

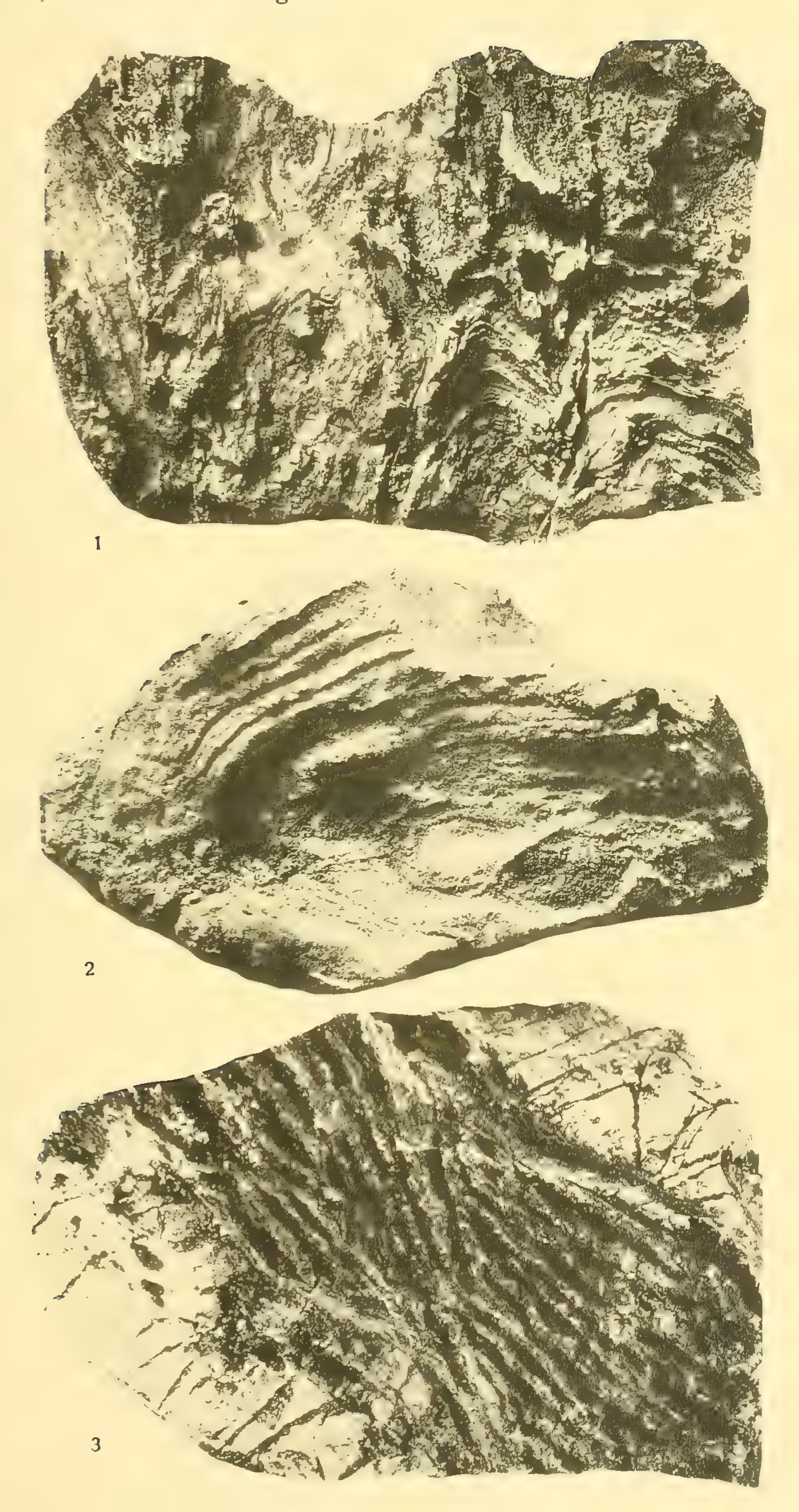
ALLARD SEE

0 100 200 400 mtr.

3


1
2
3
4
5
6
7


1
2
d
d
x
d
d
3
d
4



1

2

3

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 5. Abhandlung

# Die eiszeitliche Besiedlung des Schulerloches und des unteren Altmühltales

von

**Ferdinand Birkner**

Mit 5 Tafeln

Vorgelegt am 1. Juli 1916

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Die ältesten Spuren des Menschen sind in Bayern aus jener Zeit bekannt, als die alpinen und nordischen Gletscher einen großen Teil Europas bedeckten. Die für diese Zeit bis zum Jahre 1913 in Frage kommenden Funde habe ich in den Beiträgen zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns Band XIX S. 105—134 Tafel XXV—XXXIV beschrieben und abgebildet.

Nachdem die Untersuchungen von J. F. Esper in der Gailenreuther Höhle nicht imstande waren, die Anschauung, daß in Bayern im Diluvium der Mensch gelebt habe, allgemeine Anerkennung zu verschaffen, erbrachten die Grabungen von K. Zittel und O. Fraas[1]) in der Räuberhöhle am Schelmengraben zwischen Waltenhofen und Etterzhausen im Naabtale im Jahre 1871 unzweifelhafte Beweise für das Vorhandensein des eiszeitlichen Menschen in Bayern. Von den zusammen mit Resten diluvialer Tiere gefundenen 2000 Feuersteinwerkzeugen sind nur mehr verhältnismäßig wenige in München, Freiburg i. B., Stuttgart und London erhalten, von denen vor allem die in Freiburg und München zur Zeitbestimmung in Frage kommen. Darnach war die Höhle am Ende des Altpaläolithikums während der Moustierstufe sicher bewohnt. R. R. Schmidt[2]) glaubte auch Reste aus dem Anfang des Jungpaläolithikums in der Freiburger Sammlung feststellen zu können. Wenn nun auch diese Stücke allein nicht genügen, um den Schluß Schmidts, daß der Mensch auch noch während des Jungpaläolithikums in der Räuberhöhle sich aufhielt, zu rechtfertigen, so haben sich doch in neuerer Zeit Anhaltspunkte dafür ergeben, daß in der Tat der jungpaläolithische Mensch in der Höhle gewohnt hat. Bei wiederholten Besuchen fand ich in dem in der Höhle von den Ausgrabungen zurückgebliebenem Schutt eine Anzahl bearbeiteter Hornsteine, welche dem Jungpaläolithikum angehören dürften. Ein weiterer Beweis dafür, daß der Jungpaläolithiker im Naabtal gelebt hat, lieferte die etwa 300 m weiter gegen die Station Etterz-

---

[1]) K. Zittel, Die Räuberhöhle am Schelmengraben, eine prähistorische Höhlenwohnung der bayerischen Oberpfalz. Archiv für Anthropologie, Bd. V, S. 325—345.

[2]) R. R. Schmidt, E. Koken und A. Schliz, Die diluviale Vorzeit Deutschlands. Stuttgart 1912, S. 32/33.

hausen ebenfalls am Bahngeleise gelegene, von Zittel nicht erwähnte „Tunnelhöhle“. Dort fand Rentamtmann J. Fraunholz, von dem wir eine Reihe wichtiger Beobachtungen über den paläolithischen Menschen in Bayern besitzen, sowohl in dem noch vorhandenen Teil der Höhle westlich des Geleises als auch auf dem Felsen östlich davon Hornsteine, die zum Teil feine Kantenbearbeitung, Retuschen, aufweisen. Die Funde im Innern lassen eine Schicht aus dem Ende des Paläolithikums vermuten und auch unter den Funden außerhalb der jetzt noch vorhandenen Höhle sind zwei Klingenkratzer und ein Stichel, die dem Jungpaläolithikum zuzurechnen sind.

Von anderen Gegenden Bayerns kamen ebenfalls paläolithische Reste zutage. Aus den zahlreichen Höhlen der fränkischen Schweiz, deren wissenschaftliche Erforschung leider durch Raubgräberei sehr erschwert ist, befinden sich in der Anthropologisch-Prähistorischen Sammlung des Staates unter den Funden, welche von den durch den Präparator Heitgen von der Paläontologischen Sammlung geleiteten, von J. Ranke[1]) veröffentlichten Ausgrabungen herrühren, einige Steinwerkzeuge aus dem Zwergloch und dem Hasenloch im Weyerntal bei Pottenstein (Oberfranken), welche der älteren Steinzeit angehören. Die im Hohle-Fels bei Happurg von verschiedenen Ausgräbern gefundenen Steinwerkzeuge gehören nach H. Breuil und H. Obermaier[2]) ebenfalls teils der Moustierstufe an, teils sind sie der Aurignacstufe zuzurechnen. Einen weiteren Teil wiesen die beiden Forscher der Mas d'Azilstufe zu. Einen teilweise doppelflächig bearbeiteten großen Schaber bringen sie mit Funden aus der Acheulstufe Bayerns in Verbindung, sodaß es sich nach ihnen möglicherweise um einen Streufund aus dieser Stufe handelt; es dürften aber nach meiner Meinung auch noch andere Stücke aus dem Hohle-Fels der Acheulstufe zuzurechnen sein.

Besonders wichtig sind die Funde, welche G. Roßbach sen.[3]) in einem Steinbruch bei Kösten westlich von Lichtenfels gemacht hat. Es kamen Faustkeile, Handspitzen, Schaber zutage, welche nach Obermaier-Wernert[4]) der Acheulstufe angehören. Ob die von Roßbach oberflächlich zusammen mit neolithischen Funden gesammelten Tardenoistypen noch der Mas d'Azilstufe angehören, wie Obermaier annimmt, oder dem Neolithikum zuzurechnen sind,

[1]) J. Ranke, Das Zwergloch und Hasenloch bei Pottenstein in Oberfranken. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns, Bd. II, S. 201—225.

[2]) H. Obermaier und P. Wernert, Paläolithbeiträge aus Nordbayern. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien 1914, Bd. XXXXIV, S. 55—58 und K. Hörmann, Der hohle Fels bei Happurg. Abhandlung der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg 1913, Bd. XX, S. 21—63.

[3]) G. Roßbach sen., Steinzeitliche Siedelungen bei Lichtenfels a. M. Ebenda, S. 3—8.

[4]) H. Obermaier und P. Wernert, l. c., S. 44—51.

läßt sich heute noch nicht entscheiden. Da die an Madeleinetypen erinnernden eigentlichen Stichel fehlen, möchte ich annehmen, daß sie, wie die Begleitfunde, der jüngeren Steinzeit zuzuzählen sind.

Ein Zentrum paläolithischer Besiedelung stellt die Umgebung von Nördlingen dar. Nachdem durch die Untersuchungen von O. Fraas, R. R. Schmidt[1]) u. a. in den Ofnethöhlen Wohnschichten nachgewiesen worden sind, welche der Aurignac-, Solutré- und Madeleinestufe angehören, und von R. R. Schmidt die eigentümliche Kopfbestattung aus der Mas d'Azilstufe entdeckt worden ist, gelang es mir und Dr. E. Frickhinger im Hohlenstein (Gemeinde Ederheim) und am Kaufertsberg bei Lierheim gleichfalls Reste der Kultur des Eiszeitmenschen festzustellen.[2]) Im Hohlenstein fanden sich Werkzeuge und Schmuckgegenstände aus der Madeleinezeit, am Kaufertsberg wohnte der Mensch der Madeleine- und der Mas d'Azilstufe unter einem Felsenschutzdach. Auch eine Kopfbestattung aus der letzteren Epoche kam zutage.

Wie im Ries so haben auch im unteren Altmühltal zwischen Riedenburg und Kelheim die Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten gezeigt, daß diese Gegend während der Eiszeit wiederholt besiedelt war. (Taf. I, Karte.)

Die meist senkrecht abfallenden plumpen Felsenkalke mit ihren Höhlen, Grotten und überhängenden Felspartien, welche hier mit Unterbrechungen die Altmühl auf beiden Seiten begleiten, sowie die sich anschließenden ausgedehnten Plateaus, die den diluvialen Tieren jedenfalls günstige Aufenthaltsbedingungen boten, gewährten auch dem Menschen der Eiszeit Gelegenheit, sich geeignete Wohnplätze aufzusuchen.

Gümbel gibt in seiner Höhlenkarte[3]) von Bayern im Altmühltale nur die schon damals allgemein bekannte Höhle „Schulerloch“ an, welche zwischen Oberau und Altessing am linken Ufer der Altmühl sich weit in den Felsen hinein erstreckt. Außer dieser Höhle ist aber noch eine Reihe anderer, freilich nicht so großer Höhlen und Grotten vorhanden.

Eine Grotte bei der Klamm am rechten Ufer, die „Klammhöhle“, gegenüber Prunn, hat bei Probegrabungen im Jahre 1913 keine paläolithischen Wohnschichten ergeben; dagegen ist sie nach Untersuchungen von J. Fraunholz in der jüngeren Steinzeit wenigstens vorübergehend bewohnt gewesen. Es folgt dann in der sog. Bauernleiten, fast oben auf dem Plateau eine Nische,

---

[1]) R. R. Schmidt, E. Koken und A. Schliz, Die diluviale Vorzeit Deutschlands. Stuttgart 1912, S. 33—42.

[2]) F. Birkner, Der paläolithische Mensch im bayerischen Ries. Wiener Prähistorische Zeitschrift, 1914, Bd. I, S. 1—7 und F. Birkner, Untersuchung paläolithischer Wohnstätten im Ries im Jahre 1913. 3. Jahrbuch (1914) des Histor. Vereins für Nördlingen und Umgebung, S. 1—7.

[3]) Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns, Bd. II Taf. XIV.

in der vorläufig noch nicht gegraben worden ist. Durch Ausgrabungen von H. Obermaier und J. Fraunholz ist in der Kastlhänghöhle I gegenüber Kastl eine Madeleineschicht festgestellt worden, auf die ich noch zu sprechen kommen werde. In der Nähe, Altmühl aufwärts, liegen zwei weitere bisher nicht untersuchte Grotten, welche ich als Kastlhänghöhlen II und III bezeichnen möchte. Gegen Neuessing zu liegt in 2/3 Höhe die „Maihöhle", in welcher Oberneder, der sie „Hammerhöhle" nennt, und Fraunholz jüngere vorgeschichtliche Funde gemacht haben. Die Gegenstände gehören der älteren Bronzezeit an, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß in tieferen Schichten auch paläolithische Reste sich finden. Besonders reich erweisen sich die „Klausen" gegenüber Neuessing, welche von H. Obermaier, F. Birkner, J. Fraunholz und P. Wernert untersucht worden sind. Auf dem linken Altmühlufer ist außer dem Schulerloch nur noch das sog. „Silberloch" beim Felsenhäusl westlich von Neuessing bekannt, das aber bis jetzt auch keine eiszeitlichen Funde geliefert hat.

In unmittelbarer Nähe des Schulerloches befinden sich zahlreiche überhängende Felsen und eine, „Vierkammerloch" benannte, Höhle. Die Untersuchungen ergaben an diesen Stellen keine Spuren des paläolithischen Menschen, auch nicht in der nordwestlich vom Eingang des Schulerloches gelegenen Grotte, in welcher nach Zahnarzt Dr. Falk-Schupp von München eine paläolithische Wohnschicht sich befinden soll. Es wurde die Grotte bis zu der Tiefe untersucht, bis zu welcher auch Schupp gegraben hatte. Es fand sich aber nicht der geringste Rest des paläolithischen Menschen. Da die großen Steinblöcke vor der jetzt noch vorhandenen Grotte darauf hindeuten, daß seinerzeit das Dach noch weiter vorsprang, wäre es zwar nicht ausgeschlossen, daß unter der mächtigen Felsschuttschicht paläolithische Wohnschichten begraben sind, es fehlt aber jeder Anhaltspunkt dafür, sodaß eine Untersuchung bis zu der Tiefe, in der möglicherweise Schichten sich finden konnten, wegen der überaus großen Kosten vorläufig unterbleiben muß.

* * *

Das Schulerloch (Gem. Altessing) ist die größte Höhle im unteren Altmühltale; sie konnte im Kriegsjahr 1914 untersucht werden, nachdem schon in früheren Jahren Gerichtsassistent A. Oberneder von Kelheim bei seinen Grabungen in der Höhle außer Resten der älteren Bronzezeit auch Hornsteinstücke gewonnen hatte, welche an paläolithische Formen erinnerten. Durch Unterstützung des K. Bezirksamts Kelheim gelang es der Anthropologisch-Prähistorischen Sammlung des Staates in München mit dem Besitzer Anton Gruber in Oberau für die Jahre 1914/15 einen Vertrag zu schließen,

in welchem der Sammlung das Recht der Grabung zugesichert wurde. Von Seite der akademischen Kommission für Höhlenforschung in Bayern wurden die nötigen Mittel zur Verfügung gestellt und der Berichterstatter beauftragt, im Herbst 1915 die Untersuchung vorzunehmen, wobei er von Professor Dr. M. Schlosser, Rentamtmann Fraunholz und Dr. F. Wagner in der Durchführung desselben unterstützt wurde.

Das Schulerloch, eine mehrere 100 Meter in den Felsen hinein sich erstreckende Höhle, 55 Meter über dem Altmühlspiegel, wurde dadurch besonders bekannt, daß ein früherer Besitzer des Eisenwerkes Schellneck, v. Schmauß, im Jahre 1828 den heutigen Eingang ausmauern und darüber einen Pavillon erbauen ließ. Gleichzeitig erbaute er den etwas westlich gelegenen Aussichtspavillon, welcher einen herrlichen Blick auf das Altmühltal, abwärts bis ins Donautal, aufwärts bis zu den Neuessinger Felspartien, gewährt. Durch die Einbauten am Eingang ins Schulerloch ist es leider erschwert, die ursprünglichen Verhältnisse zu erkennen. Der alte Eingang scheint südlich von dem Pavillon zu liegen, hier konnte man durch eine, heute auch zum Teil durch Mauern begrenzte Grotte in das Schulerloch gelangen, in deren Decke ein Loch nach außen führt. Vor der künstlichen Veränderung durch v. Schmauß scheint sowohl der jetzige Eingang als auch die Grotte nach außen zugeschüttet gewesen zu sein, so daß man nur durch das Loch in der Decke ins Innere gelangte. Darauf deuten die Erzählungen alter Leute hin, daß man nur mittels einer Leiter in das Schulerloch einsteigen konnte.

Von der älteren Bronzezeit, 1. Hälfte des 2. Jahrtausend v. Chr., bis zum 19. Jahrhundert hat das Schulerloch den Menschen weder als Wohnstätte noch als Zufluchtsort gedient, da aus dieser langen Zeit gar keine Reste sich gefunden haben. Der Sinterüberzug der Wände scheint seit der älteren Bronzezeit sich gebildet zu haben, denn Sinterdecken am Boden, welche mit dem Sinter der Wände in Verbindung stehen, bedecken bronzezeitliche Reste.

Für die Besiedlung durch den Menschen kommt nur der 6—8 m breite Anfangsteil (Taf. I, Grundriß A) in Frage, da sowohl nach Probegrabungen durch Oberneder als nach den meinigen schon in der hallenartigen Erweiterung, welche sich dem Eingangskorridor anschließt, menschliche Überreste fehlen. Dieser Anfangsteil der Höhle ist innerhalb der innersten Mauer zu erst 8 m breit, die rechte Wand biegt dann fast rechtwinklig um, so daß ein nischenartiger „Winkel“ (A. a.) vorhanden ist. Der daran anschließende Anfangsteil verengt sich dann auf 6—7 m (A. b. c.). Auch in der Eingangsgrotte und auf der davorliegenden Terrasse kamen keine Funde zutage; vom Eingang fällt der Felsenboden stark nach innen ab; selbst wenn es dem vorgeschichtlichen

Menschen möglich gewesen wäre, hier sich aufzuhalten, so hätten sich keine Schichten bilden können, sie wären nach innen abgerutscht. Möglicherweise ist auch ein Teil der Kulturschichten, vor allem aber die lose, fast erdfreie Schicht aus Steinschutt durch Abrutschen vom Eingang her entstanden.

Die Grabungen im Jahre 1915 umfaßten einen Platz von ca. 50 qm und wurden bis zum Felsboden durchgeführt, der in der Mitte zwischen den Seitenwänden bei ca. 4 m erreicht wurde; in der Nähe der inneren Abschlußmauer konnte leider nicht bis auf den Felsen gegangen werden, da der Besitzer zur Bedingung gemacht hatte, daß die Mauer nicht gefährdet werde.

Hinsichtlich des Schichtenaufbaues ergab die Untersuchung das folgende Bild (Taf. I, Durchschnitt):

Die Felsenwände springen um so weiter vor, je tiefer man kommt, so daß ein wahrscheinlich durch Auswaschung entstandener gruben- oder trogartiger Abschluß nach unten vorhanden gewesen sein muß, welcher in der Mitte bis auf 4 m vom heutigen Boden hinabreichte. Hier lag eine in der Mitte bis zu 1,40 m mächtige, lettige, rotbraune Schicht, welche an der linken Wand bis zu 3 m Tiefe, in der Mitte bis auf 2,5 m Tiefe stieg und dann fast horizontal gegen die rechte Wand verlief. Darüber lagerte bis zu etwa 2 m Tiefe eine ebenfalls noch lettige, gelbbraune Schicht, durchsetzt mit verhältnismäßig viel Steinschutt. Die beiden Schichten, die ich als „Knochenschicht“ bezeichnen werde, enthielten stark vermorschte und stark zertrümmerte Tierknochen, welche von unten nach oben immer zahlreicher wurden. In der unteren Schicht fanden sich daneben mehr oder minder gerollte Hornsteine, nach oben trat gelegentlich das eine oder andere bearbeitete Hornsteinstück auf, das aber wohl nur zufällig aus den darüber liegenden Schichten weiter nach unten verlagert worden ist. Zwischen 1 m und 2 m Tiefe ließ sich eine braune Schicht mit wenig Steinschutt konstatieren, auf welche nach oben eine graubraune Schicht mit viel Steinschutt folgte. Diese zeigte eine ganz ähnliche Ablagerungsweise, wie die unterste Schicht, in dem sie gegen die linke Wand zu sich bis auf fast 1 m senkte, so daß zwischen der Schicht und der Wand ein oben 1 m breiter Spalt leer blieb. Diesen Spalt füllte ein loser Steinschutt aus, welcher den übrigen Teil der graubraunen Schicht 10—20 cm hoch überlagerte. Den Schluß der Ausfüllung bildet eine 10 bis 30 cm dicke schwarze Schicht.

Nach dem Innern der Höhle zu gegen die Grabungsstelle B, C und D steigt der Felsboden an, der somit unter den Wohnschichten eine muldenförmige Vertiefung bildet. Nach den bisherigen Probegrabungen weiter im Innern der Höhle fehlen dort prähistorische Schichten.

Die schwarze Schicht enthielt die Reste der älteren bronzezeitlichen Kultur; es fehlen darunter Kulturschichten des Neolithikums und des Jungpaläolithikums. Von der losen Steinchenschicht bis zur braunen Schicht in etwa 2 m Tiefe ließen sich Steinwerkzeuge und Knochen der Moustierstufe mit den entsprechenden Tierresten verfolgen. Eigentliche Herdzonen, die durch Asche- und Kohlenschichten gekennzeichnet sein müßten, konnten nicht festgestellt werden.

Nach der ganzen Schichtenfolge scheint das Schulerloch zuerst nur von Raubtieren bewohnt worden zu sein, dann folgte in der Moustierstufe der Mensch, der die Höhle ziemlich lange besiedelt haben muß, damit eine etwa 2 m mächtige Kulturschicht sich bilden konnte. Die stärkere Durchsetzung der graubraunen Schicht mit Kalksteinen deutet darauf hin, daß die Steinverwitterung damals eine intensivere war, als vorher. Die lose Steinchenschicht macht den Eindruck, als ob sie von oben, vom Eingang her, herabgerutscht wäre, sie füllt alle Spalten und Vertiefungen aus. Von der Moustierstufe bis zur jüngeren Steinzeit war das Schulerloch dann aus irgend einem Grunde, bei sehr geringer Verwitterung, unzugänglich und gab erst wieder dem Bronzezeitmenschen Gelegenheit zur Besiedlung, um nach relativ kurzer Zeit wieder für Mensch und Tier unzugänglich zu werden. Auch seit der Bronzezeit ist die Verwitterung wohl infolge der Sinterbildung an den Wänden sehr gering gewesen.

Von den äußerst zahlreichen Knochenresten waren nur 600 in einem Zustande, der die Bestimmung der Tierarten gestattete, von denen sie stammen. Die Bestimmung hat Professor Dr. M. Schlosser vorgenommen. Das Ergebnis derselben habe ich in der nachfolgenden Tabelle (S. 12 u. 13) zusammengestellt.

Die Mehrzahl der bestimmbaren Knochenreste gehört dem Höhlenbär an, dann folgen der Zahl nach die Knochenreste vom Renntier und Pferd; verhältnismäßig gering ist die Zahl der Knochen von Höhlenhyäne, Rhinoceros tichorhinus, Mammut, Steinbock, Edelhirsch, Bison, Wolf. Dazu kommen noch je ein bestimmbarer Rest vom Höhlenlöwen (Fersenbein in der Knochenschicht), Eisfuchs (Unterkiefer in der Knochenschicht) und Elch oder Riesenhirsch (Backenzahn in der oberen Moustierschicht).

Zwischen den Faunenresten der Knochenschicht und der Moustierschicht bestehen bedeutende Verschiedenheiten. Im wesentlichen enthält die Knochenschicht nur Höhlenbärenknochen, daneben wenige Hyänenzähne und als einzigen Überrest ein Fersenbein des Höhlenlöwen. Während vom Rumpfskelett in der Knochenschicht 139 bestimmbare Fragmente sich fanden gegen 27 in der Moustierschicht, beträgt die Zahl der Zähne, einschließlich der sonstigen Schädelknochen, in der Knochenschicht nur 46 gegen 221 in der Moustier-

schicht. Ob die vereinzelten Reste von Mammut, Rhinoceros, Pferd und Renntier gleichzeitig mit der Knochenschicht abgelagert wurden oder erst später dorthin gelangt sind, läßt sich nicht entscheiden. Da die Höhlenbärenknochen den Eindruck von Nahrungsresten erwecken, liegt die Vermutung nahe, daß im Schulerloch damals eine Höhlenlöwenfamilie gehaust habe, welche einen Teil ihrer Beute an Bären, Hyänen usw. in der Höhle verzehrt hat.

Das Hauptjagdtier der Moustierleute scheint neben dem immer noch häufigen Höhlenbären das Renntier gewesen zu sein, obwohl auch von diesem nur verhältnismäßig wenig bestimmbare Reste vorliegen. Da die Mächtigkeit der Moustierschicht für eine relativ lange Besiedlung spricht, muß man annehmen, daß das tägliche Leben der Moustierleute sich außerhalb der Höhle abspielte und diese vielleicht nur nachts und bei besonders ungünstiger Witterung zum Aufenthalt diente. Ob es angezeigt ist, darauf Wert zu legen, daß in der oberen Moustierschicht die Höhlenbärenknochen zahlreicher sind als in der unteren, daß dagegen umgekehrt in der unteren Moustierschicht die Renntierknochen etwas häufiger sind als in der oberen, möchte ich dahingestellt sein lassen.

In der Moustierschicht kamen etwa 2600 Stücke von Kieselsäuregesteinen zum Vorschein, von denen etwa 2000 Stücke absichtliche Bearbeitung oder Abnützungsspuren (Gebrauchsretuschen) aufwiesen. Ungefähr 700 Stücke davon zeigen Formen, welche offenbar beabsichtigt waren und als Werkzeuge zum Teil vielleicht auch als Waffen gedient haben.

Das Gestein, welches zur Verwendung kam, gehört zu den in der Juraformation vorkommenden, plattig oder knollig ausgebildeten Kieselsäurekonkretionen, welche manchmal in ihren Eigentümlichkeiten dem Feuerstein (Silex) der Kreideformation gleichkommen. Letzteres ist dann der Fall, wenn die Struktur fast als amorph oder kryptokrystallinisch bezeichnet werden kann, wodurch die Bruchflächen sich „glatt“ anfühlen und teils mattglänzend, teils matt sind. Manche Hornsteine erinnern durch die dunkle bis schwärzliche Färbung und durch die Eigentümlichkeit, daß die Kanten mehr oder minder durchscheinend sind, an Kreidefeuersteine. Diese Jurakieselsäurekonkretionen sind als „Hornstein“ bekannt, wenn sie grau bis graugelbe Färbung aufweisen; bei lebhafter gelber oder rot bis rotbrauner Färbung spricht man von „Jaspis“.[1]) Zu den Jurahornsteinen werden aber auch jene Kieselsäurekonkretionen gerechnet, welche bei makroskopischer Betrachtung scheinbar ein Gefüge von feinem Korn besitzen und an ihren Bruchflächen sich

[1]) F. Würzbach bezeichnet in seiner demnächst erscheinenden, unter Leitung von Prof. Dr. Deecke-Freiburg i. B. verfaßten Dissertation alle Jurahornsteine als „Jaspis“.

„rauh“ anfühlen, sie nähern sich in der äußern Struktur den feinkörnigen „Quarziten“. Sowohl die rauhen als auch die quarzitähnlichen Hornsteine sind zur Bearbeitung weniger geeignet, da sie nicht muschlig brechen, wurden aber trotzdem und zwar mit großem Geschick zu Werkzeugen verarbeitet. In untergeordnetem Maße dienten auch Quarzknollen, welche der damalige Mensch wohl als Gerölle im Talschotter fand, zur Herstellung von Geräten.

Es ist eine Aufgabe weiterer Untersuchungen, festzustellen, aus welchen Schichten der Juraformation der Moustiermensch des Schulerloches das Material für seine Werkzeuge geholt hat.

Die Moustierstufe Westeuropas zeichnet sich durch eine große Entfaltung und zugleich höchst sorgfältige Ausführung der Kleinformen aus, soweit sie aus gutem Feuerstein (Silex) hergestellt sind. Von den großen Formen haben in verschiedenen Fundstätten die sog. „Levalloisklingen“, große und breite klingenförmige Abschläge von regelmäßiger Gestalt und dünnem Querschnitt, den Faustkeil der Chelles- und Acheulstufe ersetzt. Eigentliche Faustkeile sind selten und dann häufig verhältnismäßig klein. Von den meist nur auf der einen oberen Fläche bearbeiteten kleineren Formen sind hervorzuheben die verschiedenen „Schaber“, welche man nach H. Obermaier[1]) als einfache „Bogenschaber“ und „Sägeschaber“, sowie als „Doppelschaber“ unterscheiden kann, ferner die „Handspitzen“, welche bald dreieckige, bald gekrümmte Form besitzen, bald als „Doppelspitzen“ den Übergang zu den Doppelschabern darstellen. Manche Spitzen lassen sich als „Bohrer“ und „Pfriemen“ bezeichnen. Es kommen in den Moustierschichten auch schon „Kratzer“formen (Rund- und Dickkratzer) und „Klingen“ vor. Groß ist meist die Anzahl von Stücken, welche als Übergangsformen zwischen den genannten Formen als „Schaberkratzer“, „Schaberspitzen“, „Schaberbohrer“, „Klingenschaber“, „Klingenkratzer“, „Spitzkratzer“ usw. zu bezeichnen sind. Zu diesen typischen Formen kommen noch eine große Anzahl atypischer Stücke, welche als Zufallsformen sich in jeder Stufe finden können. Wenn statt des Feuersteins Quarzite und ähnliches Gesteinsmaterial verwendet wurde, zeigen die Werkzeuge z. B. in Deutschland ebenfalls häufig nur atypische, schlechtgeprägte Formen.

Alle die für Westeuropa angegebenen Moustiertypen finden sich auch unter den Stücken der Moustierschicht im Schulerloch, wenn auch, wie aus dem schlechteren Material erklärlich, die Formen zum Teil weniger gut ausgeführt sind. Die Größe überschreitet 10 cm nicht wesentlich, geht aber bis

[1]) Hugo Obermaier, Die Steingeräte des französischen Altpaläolithikums. Eine kritische Studie über ihre Stratigraphie und Evolution. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. II, 1908, S. 116—121.

## Tabelle der Tierknochen

| | Höhlenbär Ursus spelaeus | | | Renntier Rangifer tarandus | | | Pferd Equus Woldrichi Antonius | | | Hyäne Hyaena spelaea | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Knochen-schicht | Moustier-schicht untere | Moustier-schicht obere | Knochen-schicht | Moustier-schicht untere | Moustier-schicht obere | Knochen-schicht | Moustier-schicht untere | Moustier-schicht obere | Knochen-schicht | Moustier-schicht untere | Moustier-schicht obere |
| **Rumpf und Extremitäten:** | | | | | | | | | | | | |
| Wirbel | 49 | 1 | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Rippenfragmente | 11 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Schulterblatt, obere Extremitäten | 7 | — | — | — | 4 | 3 | — | — | — | — | 1 | — |
| Becken, untere Extremitäten | 11 | 1 | 2 | — | 11 | 4 | — | 2 | — | — | — | — |
| Carpalia, Tarsalia | 21 | 6 | — | — | 14 | 9 | — | 1 | — | — | — | — |
| Metacarpalia, Metatarsalia | 33 | 3 | 5 | — | 12 | 1 | — | — | 1 | — | 1 | — |
| Zehenglieder | 7 | — | 4 | — | 14 | 5 | — | — | — | — | — | — |
| | 139 | 14 | 13 | 1 | 55 | 22 | — | 3 | 1 | — | 2 | — |
| **Schädel:** | | | | | | | | | | | | |
| Hirnschädelfragmente | 2 | 3 | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Geweihstücke | — | — | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| Oberkieferfragmente | 2 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Unterkieferfragmente | 3 | 2 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Schneidezähne | 3 | 18 | 54 | — | — | — | — | 3 | 4 | 2 | — | 2 |
| Eckzähne | 25 | 31 | 33 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Backenzähne | 11 | 21 | 47 | — | 4 | 4 | 1 | 9 | 5 | 4 | — | — |
| | 46 | 78 | 143 | — | 5 | 5 | 1 | 12 | 9 | 6 | — | 2 |
| **Sonstige Knochen:** | | | | | | | | | | | | |
| Milchzähne | — | 1 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Foetusknochen | — | 3 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| Sesambeine | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Unbestimmbare Knochenfragmente | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 185 | 96 | 159 | 1 | 61 | 27 | 1 | 15 | 10 | 6 | 2 | 2 |
| Gesamtsumme der Knochen | | 255 | | | 88 | | | 25 | | | 4 | |
| 597 | 440 | | | 89 | | | 26 | | | 10 | | |

aus dem Schulerloch.

| **Nashorn** Rhinoceros tichorhinus | | | **Mammut** Elephas primigenius | | | **Steinbock** Ibex priscus Woldr. | | | **Hirsch** Cervus elaphus | | | **Bison** priscus Bojan | | | **Wolf** Lupus vulgaris | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Knochenschicht | Moustierschicht | | Knochenschicht | Moustierschicht | | Knochenschicht | Moustierschicht | | Knochenschicht | Moustierschicht | | Knochenschicht | Moustierschicht | | Knochenschicht | Moustierschicht | |
| | untere | obere | | untere | obere | | untere | obere | | untere | obere | | untere | obere | | untere | obere |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1? | — | — | — |
| — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | — |
| — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — |
| 1 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 2 | — | — | 1 | — | 1 | 1 |
| — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 2 | 1 | — | — | 3 | — | — | 4 | — | — | 1 | — | 2 | 1 | — | — | — |
| — | 2 | 2 | — | — | 3 | — | 1 | 4 | — | — | 1 | — | 2 | 1 | — | 1 | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | 2 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1 | 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | — | 1 | 4 | — | 1 | 3 | — | 2 | 2 | — | 2 | 1 |
| | 8 | | | 5 | | | 5 | | | 4 | | | 4 | | | 3 | |
| 9 | | | 7 | | | 5 | | | 4 | | | 4 | | | 3 | | |

auf 1 cm herunter. Im großen und ganzen sind also alle Stücke kleiner als in Westeuropa, was wohl ebenfalls auf Rechnung des zur Verfügung stehenden weniger guten Materials zu setzen ist.

Den Levallois-Typen Westeuropas entsprechen eine Anzahl von mehr oder minder roh bearbeiteten Klingen und Spitzen, welche sich hauptsächlich in 170—190 cm Tiefe im Winkel *Aa* gefunden haben. (Taf. II, Abb. 1—4.)

Auch eine Anzahl von Stücken, welche auf beiden Flächen bearbeitet worden sind, fand sich, vor allem in den tieferen Teilen der Moustierschicht. Abgesehen von auf beiden Flächen mit Absplitterungen versehenen, aus dünnplattigem Silex hergestellten Werkzeugen, welche an die Kleinformen der Acheulschicht in der Klausennische erinnern, verdienen erwähnt zu werden: ein kleines Keilchen aus hellgrauem Jaspis, aus der oberen Hälfte der Schicht (Taf. II Abb. 5), ferner ein kleines Keilchen aus rotbraunem und grünem Jaspis (Taf. II Abb. 6), ein kleiner Spitzschaber aus hellgrauem Jaspis (Taf. II Abb. 7), welcher in seiner Form den Doppelspitzen ähnelt und ein kleiner Rundkratzer mit Stiel aus hellgrauem Jaspis (Taf. II Abb. 8), welche aus der unteren Moustierschicht stammen.

Wie in Westeuropa sind die meisten Geräte der Moustierstufe des Schulerloches nur auf einer Fläche bearbeitet, sehr häufig ist noch ein Teil der Rinde stehen geblieben. Aus der Fülle der vorliegenden hieher gehörigen Fundstücke seien nur die folgenden hervorgehoben.

Der Grundtypus des Moustierschabers, wie er in zahlreichen französischen Fundplätzen vorkommt, zeigt eine mehr oder minder regelmäßige, bogenförmige Schneide. Derartige Stücke sind im Schulerloch ziemlich häufig (Taf. II Abb. 9—14), wobei aber eine große Mannigfaltigkeit in der Größe, Dicke und Ausführung herrscht. Es kommen ganz roh bearbeitete neben solchen vor, welche eine sorgfältige Ausarbeitung aufweisen. Die Krustenrinde des Hornsteinknollens ist sowohl auf der Fläche als an der Rückenkante oft noch in großer Ausdehnung vorhanden. Die Dicke der Stücke wechselt von 3 bis 31 mm, die Längsausdehnung von 43 bis 93 mm. Manche Stücke weisen eine mehr gleichmäßige Dicke auf, so daß eine ziemlich steile Randretuschierung entsteht, andere dagegen verdicken sich sehr stark nach dem Rücken zu; sie sind „keilförmig". Verschiedene Schaber zeigen an einem oder beiden Enden Spitzenretuschen, die beabsichtigt erscheinen; es sind das die Spitzschaber (Taf. II/III Abb. 15—19).

Außer Schabern mit bogenförmiger Kante finden sich auch solche, bei welchen die retuschierte Kante mehr oder minder geradlinig ist, sog. „Sägeschaber" (Taf. III Abb. 20—25) und solche, bei welchen die Kante S-förmig

geschweift ist, so daß „Hohlschaber“ (Taf. III Abb. 26—27) mit retuschierten Einbuchtungen entstehen.

Sehr mannigfaltig sind die Spitzformen (Taf. III/IV Abb. 28—45); sie sind vor allem dadurch gekennzeichnet, daß an einer Schmalseite eine verschieden breite, nicht retuschierte, meist ebene, zur Längsachse senkrechte oder schiefe Basisfläche vorhanden ist, während die retuschierten Längsseiten teils mehr oder minder geradlinig oder bogenförmig verlaufen und in einer scharfen oder stumpfen Spitze zusammenstoßen. Zum Teil sind die Spitzen in ihrer ganzen Ausdehnung dünn (Taf. III Abb. 34—38), zum Teil besitzen sie eine dicke Basis mit oft drei- oder vierseitigem Querschnitt (Taf. III Abb. 40—41). Ein Teil der Spitzformen kann als „Doppelschaber“ (Taf. III Abb. 31—33; Taf. IV Abb. 52—54) bezeichnet werden. Besonders hervorzuheben sind Spitzen, bei welchen das zugespitzte Ende in eine gekrümmte Spitze (Taf. IV Abb. 42—43) ausläuft, sowie solche Stücke, bei welchen die Spitze offenbar zu Bohrzwecken gedient hat, so daß man von „Bohrern“ sprechen kann (Taf. IV Abb. 44—45).

Die Spitzformen leiten über zu sog. „Vielfachschabern“, Werkzeugen, bei welchen alle Kanten mit Retuschen versehen sind, so daß diese Instrumente sowohl als Schaber, als Spitzschaber und als Kratzer verwendet werden konnten (Taf. IV Abb. 46—51).

Als Kratzer sind jene Stücke zu bezeichnen, bei denen vor allem die Schmalseiten zu Arbeitskanten umgebildet sind, sie kommen im Schulerloch in geringer Anzahl vor (Taf. IV Abb. 55—61), während sie in jungpaläolithischen Schichten die Hauptrolle spielen; auch Schaberkratzer, welche sowohl eine Schaber- als auch eine Kratzerkante aufweisen, fanden sich vor. Einige Kratzer zeigen Steilretuschen, welche an diejenigen der Hochkratzer der Aurignacstufe erinnern (Taf. IV Abb. 58—59).

Retuschierte Klingen, welche ebenfalls im Jungpoläolithikum in der verschiedensten Ausbildung als Leitform auftreten, finden sich schon ziemlich reichlich in der Moustierschicht des Schulerloches (Taf. IV Abb. 62—65).

Außer den größeren Gerätformen fanden sich auch eine große Anzahl von „Kleinformen“, welche gegenüber den großen Werkzeugen als „Mikrolithen“ bezeichnet werden dürfen, wenn sie auch nicht die Kleinheit erreichen, wie sie vor allem für die Steinwerkzeuge der Mas d'Azilstufe charakteristisch ist. Diese Kleinformen wiederholen die Typen der größeren Werkzeuge. Es finden sich unter ihnen die verschiedenen Schaber- und Spitzenformen, sowie Kratzer- und retuschierte Klingen (Taf. IV Abb. 66—78).

Die senkrechte Verteilung der zahlreichen Werkzeuge weist

keine wesentlichen Unterschiede auf, sowohl in den höheren wie tieferen Lagen fanden sich fast alle besprochenen Formen vor. Immerhin waren die Schaber in der oberen Hälfte reichlicher und formenreicher als in der unteren, wo die Stücke mit an die Acheultechnik erinnernden Flächenretusche häufiger waren. Für die obere Hälfte scheint die dreieckige Spitze mit dicker Basis charakteristisch zu sein; auch die Mikrolithen sind in der unteren Hälfte relativ spärlich.

Wie in Moustierschichten Westeuropas so fanden sich in gleicher Weise im Schulerloch, sowohl in den unteren als auch in den oberen Moustierschichten, unter den zahlreichen Knochensplittern einige, welche Spuren von Benützung zeigen; die besten sind auf Fig. 1 Abb. 1—5 zusammengestellt.

Als sichere Benützungsspuren dürfen die Verletzungen der Oberfläche gelten, welche anzeigen, daß das Knochenstück als Art Amboß benützt worden ist (Fig. 1 Abb. 4). An den übrigen Stücken sind die beim Bruch des Knochens entstehenden scharfen Kanten abgescheuert, außerdem zeigen sich an den Rändern Einkerbungen; besonders das dreieckige Stück (Fig. 1 Abb. 1) zeigt deutlich diese Eigentümlichkeiten, welche den Schluß zulassen, daß es sich um benützte Knochen handelt. Wirkliche Knochenwerkzeuge, die durch Schleifen und sonstige Bearbeitung eine bestimmte, dem Gebrauchszweck entsprechende Form erhalten haben, fehlen im Schulerloch, wie auch in den bisher bekannten Moustierschichten.

Die Unterschiede der Werkzeuge in verschiedener Tiefe sind nicht groß genug, um zwei verschiedene Kulturphasen während der offenbar langdauernden Besiedlung in der Moustierzeit anzunehmen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Verteilungsweise der verschiedenen Formen eine rein zufällige ist. Es haben sich auch keine fundlosen Zwischenschichten gezeigt, welche auf eine Unterbrechung der Besiedlung hindeuten würden. Nach allem scheint das Schulerloch ununterbrochen besiedelt gewesen zu sein, nur scheint der Moustiermensch seinen Aufenthaltsort in der Höhle gewechselt zu haben, indem er in der ersten Zeit vor allem in dem Winkel *Aa* an der rechten Wand sich aufhielt, während er in der zweiten Hälfte der Besiedlung mehr die Stelle *Abc* bevorzugte. Es läßt sich dies aus der Anzahl der gefundenen Hornsteinstücke schließen, die einen Anhaltspunkt dafür liefert, ob ein Platz mehr oder weniger als Lagerplatz verwendet worden ist. Die ungefähre Anzahl der bearbeiteten und unbearbeiteten Hornsteinstücke beträgt auf dem Winkel *Aa* unter 110 cm Tiefe 449 gegen 143 an der Stelle *Abc*, in der oberen Schichtenhälfte, bis zu 90 cm, dagegen fanden sich an der Stelle *Aa* nur 544 Stücke gegen 1021 Stücke an Stelle *Abc*. Da an der Stelle *Aa* auch

noch in der Tiefe von 170—200 cm, wenn auch wenige Werkzeuge, darunter vor allem die als Levalloisklingen bezeichneten, sich fanden, kann man schließen, daß der Mensch, als er vom Schulerloch Besitz ergriff, sich zuerst den Winkel *Aa* als Lagerplatz aussuchte; später bevorzugte er mehr die Stelle *Abc.*

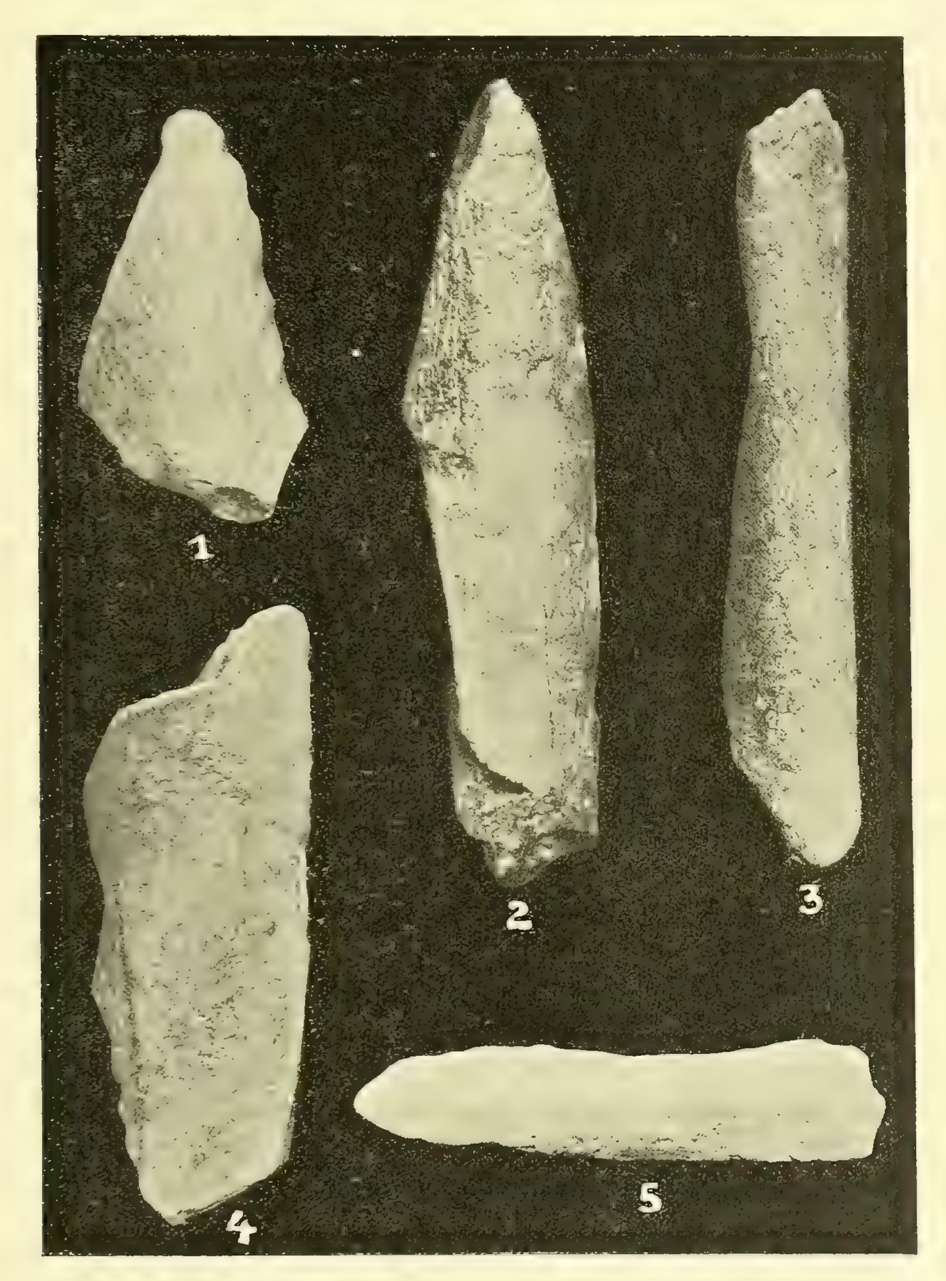



Fig. 1. Benützte Knochen aus dem Schulerloch.
4/5 natürl. Größe.

Die Ergebnisse der Grabungen im Schulerloch bilden eine wertvolle Ergänzung unserer Kenntnisse vom Eiszeitmenschen in Mitteleuropa.

In dem zusammenfassenden Werke von R. R. Schmidt „Die diluviale Vorzeit Deutschlands“ gibt der Verfasser als Fundstellen in Deutschland aus der Moustierstufe an: die Sirgensteingrotte im Achtal zwischen Schelklingen und Blaubeuren, die Irpfelhöhle bei Giengen a. d. Brenz, die Lößstation Mommenheim und Achenheim in Elsaß, das Buchenloch bei Gerolstein und die Kartsteinhöhle unweit Eiserfey bei Mechernich in der Eifel und die Baumannshöhle bei Rübeland im Harz. Die Freilandstation Markkleeberg, die R. R. Schmidt der Acheulstufe zurechnet, gehört nach K. H. Jacob auch der Moustierstufe an. In Bayern erwähnt Schmidt nur die Räuberhöhle am Schelmengraben im Naabtale zwischen Regensburg und Etterzhausen. Es sind aber nach Breuil-Obermaier-Birkner ferner hieher zu rechnen der Hohlefels bei Happurg und wahrscheinlich auch das Hasenloch bei Pottenstein.

Sieht man von den Fundstellen ab, welche entweder nicht genügend stratigraphisch erforscht worden sind oder von welchen nur einige wenige Stücke vorhanden sind, so kommen außerhalb Bayern zum Vergleich mit dem Schulerloch nur die Sirgensteingrotte, die Kartsteinhöhle und Markkleeberg in Frage.

Die Funde von Markkleeberg[1]) zeigen einen von den Funden im Schulerloch sehr abweichenden Charakter, da vor allem das Klingenmaterial vorwiegt. Außerdem ist über die geologische Einordnung der Fundschicht noch kein sicheres Resultat erzielt, es stehen sich noch verschiedene Ansichten gegenüber, so daß es sich empfiehlt, vorläufig von einem näheren Vergleiche und daraus sich ergebenden Schlußfolgerungen abzusehen.

Die Sirgensteinfunde beschreibt R. R. Schmidt in dem angegebenen Werke. Er glaubt zwei Moustierschichten unterscheiden zu können, von denen die untere, die er als Primitiv-Mustiérien bezeichnet, 13 cm, die obere mit der La Quina-Kultur, 10 cm mächtig war. Die Kultur der beiden Schichten macht gegenüber den Kulturresten vom Schulerloch im ganzen einen einfacheren Eindruck, wie schon aus den Abbildungen auf Tafel I und II von R. R. Schmidt hervorgeht und wie ich durch persönliches Studium der Originale in Tübingen feststellen konnte. Bessere Schaber- und Spitzenformen sind

---

[1]) K. H. Jakob und C. Gäbert, Die altsteinzeitliche Fundstelle Markkleeberg bei Leipzig. Veröffentl. d. städt. Museums f. Völkerkunde zu Leipzig. Heft 5. Leipzig 1914. — F. Wiegers, Über die prähistorische Untersuchung einiger deutscher Diluvialfundstätten. Zeitschr. f. Ethnologie. 46. Jahrg. 1914, S. 425–430.

relativ selten, ebenso Spitzen mit dicker Basis und dünn-flache Spitzen; die Mikrolithen sind nicht so zahlreich und mannigfaltig. Es fehlen die Levalloisformen, kleine Keilchen und die Quarzartefakte. Das Klingenmaterial ist in geringer Anzahl vorhanden; vielleicht wurde aus typologischen Gründen ein Teil desselben der Aurignacstufe zugerechnet. Die Mehrzahl der in Tübingen vorhandenen Stücke bestehen aus unregelmäßigen Absplißen mit Retuschen. Wie im Schulerloch fanden sich auch im Sirgenstein Knochen, welche als Amboß verwendet worden sind, und Knochen, welche Abnützungsspuren aufweisen.

Eine größere Übereinstimmung mit den Funden im Schulerloch weisen die Ergebnisse der Ausgrabungen im Kartstein bei Eiserfey[1]) in der Eifel auf. Wie ich sowohl an den Abbildungen als auch an den Originalen in Köln feststellen konnte, sind sich die Kulturen beider Fundplätze im allgemeinen sehr ähnlich, vor allem sind die Kleinartefakte und das Klingenmaterial im Kartstein ebenso reichlich wie im Schulerloch, es fehlen in der ersteren Höhle aber die schönen Schaber- und Spitzenformen, dagegen sind die Artefakte aus Quarz in der Kartsteinhöhle viel reichlicher. Es scheint, daß der Unterschied zwischen beiden Siedlungen durch die Verschiedenheit des zur Verfügung stehenden Materials bedingt ist; es kommt dies auch darin zum Ausdruck, daß z. B. die Spitzen mit dicker Basis und die dünnen Spitzen im Kartstein kleiner sind, als im Schulerloch. Eine Übereinstimmung herrscht auch in dem Vorhandensein von Knochensplitter mit scheinbaren Abnützungsspuren, die Knochenamboße fehlen dagegen in der Sammlung in Köln.

Von den bayerischen Fundplätzen mit Moustiertypen kommt besonders die Räuberhöhle am Schelmengraben, zwischen Waltenhofen und Etterzhausen in Frage. Leider ist die Mehrzahl der Artefakte, deren Zittel an 2000 erwähnt, verschollen. Wie schon eingangs erwähnt, sind die im Geologischen Institut in Freiburg i. B. und in der Münchener Anthropologisch-Prähistorischen Staatssammlung aufbewahrten Sammlungen die reichhaltigsten. R. R. Schmidt hat aus denselben auf Tafel XI seines Werkes einige bessere Stücke abgebildet, welche Übereinstimmung mit den Funden im Schulerloch zeigen. Außer den Steinartefakten ist auch ein Knochenamboß in der Freiburger Sammlung. Bei meinem Besuch in Freiburg konnte ich noch weitere Steinwerkzeuge feststellen, welche mit solchen im Schulerloch große Ähnlichkeit aufweisen. Auch unter Funden, die ich bei wiederholten Besuchen in der Räuberhöhle aus dem von den Ausgrabungen zurückgebliebenen Schutte

[1]) C. Rademacher, Der Kartstein bei Eiserfey in der Eifel. Prähistorische Zeitschrift, Bd. III, 1911. S. 210–232.

aufsammeln konnte, sind einige Artefakte, welche sich mit solchen des Schulerloches vergleichen lassen. Eine Anzahl der in der Münchener Sammlung befindlichen Werkzeuge gleichen denen aus dem Schulerloch.

Ein Vergleich des jetzt noch vorliegenden Inventars aus der Räuberhöhle mit den Ergebnissen der Untersuchung im Schulerloch zeigt Übereinstimmung in folgenden Punkten:

1. Die Schaber zeigen keine wesentlichen Unterschiede.
2. Unter den Spitzen kommen an beiden Fundplätzen sowohl dünne als auch solche mit dicker Basis vor.
3. Das Vorhandensein von retuschierten Klingen ist beiden gemeinsam.
4. An beiden Fundorten treten Kleinformen (Mikrolithen) auf.
5. An beiden Plätzen hat der Moustiermensch Quarzknollen zu Werkzeugen verarbeitet.

Wie ein Vergleich der Kultur des Moustiermenschen im Schulerloch mit anderen deutschen Fundplätzen eine gewisse Übereinstimmung zeigt, so zeigt sich auch eine große Ähnlichkeit mit der Moustierkultur Österreich-Ungarns. Es sei hier vor allem auf die Funde aus der Gudenushöhle[1]) bei Krems an der Donau hingewiesen, von denen ein Teil nach H. Obermaier und H. Breuil der Moustierstufe zuzurechnen ist. Es kamen dort ganz ähnliche Schaber- und Spitzenformen aus Hornstein, Jaspis und Quarzit vor, wie im Schulerloch, desgleichen Artefakte aus Quarz. Es fehlen auch nicht Knochentrümmer mit stark abgescheuerten Kanten, welche wahrscheinlich als Werkzeuge benützt worden sind.

Ein Vergleich der Funde vom Schulerloch mit den Moustierfunden in Westeuropa, vor allem in Frankreich, der wegen des Krieges nur auf Grund der vorliegenden Veröffentlichungen vorgenommen werden kann, zeigt im allgemeinen Übereinstimmung in den Formen, nur daß infolge des günstigeren Materials, des Kreidefeuersteins, in Westeuropa die verschiedenen für die Moustierstufe charakteristischen Formen, zum Teil in feinerer Ausführung und in größeren Exemplaren vorkommen.

Auf meiner Studienreise durch die wichtigsten belgischen Museen im April dieses Jahres konnte ich konstatieren, daß auch zwischen dem Schulerloch und den belgischen Höhlen mit Moustierschichten große Übereinstimmung hinsichtlich der Formen vorhanden ist.

Reiche Moustierstationen sind die Grotten von Forêt (Provinz Lüttich). Schaber, dünne Spitzen und Spitzen mit dicker Basis, Bohrer, retuschierte

---

[1]) Hugo Obermaier und Henri Breuil, Die Gudenushöhle in Niederösterreich. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, Bd. XXXVIII, 1908, S. 277—294.

Klingen, Kratzer ähneln sehr denen im Schulerloch, sind aber großenteils größer. Auch Kleinartefakte sind vorhanden, sowie Knochensplitter mit Abnützungsspuren.

Die Grotte von Moha (Provinz Lüttich) lieferte nur wenige Moustierspitzen und -klingen. Am überhängenden Felsen Sandrou bei Huccorgne (Provinz Lüttich) wurde ein zahlreiches Moustierinventar gefunden, darunter ein den Acheulkeilen entsprechender dreieckiger Keil.

In der Höhle Brêche-aux-Roches bei Spy (Provinz Namur), dem Fundorte der Skelette von Spy, fand man die größeren Keile neben Schabern, Spitzen und retuschierten Klingen, welche in der Form mit denen im Schulerloch übereinstimmen, aber im Material verschieden sind, dieses besteht der großen Masse nach aus Phtanite = schwarzer Kieselschiefer. Kleinformen fehlen, dagegen sind Knochenambosse vorhanden.

Die größeren Keile mit relativ guter Flächenretusche erinnern, ebenso wie die von der Höhle Hastière (Provinz Namur) und von Trou Magrite im Lessetal bei Pont-à-lesse an den Faustkeil aus dem Löß von Achenheim bei Straßburg, welcher sich im Besitze von Paul Wernert befindet, und der Acheulstufe zugeschrieben wird. Die belgischen Vergleichsstücke sind sicher aus der Mustierstufe und es dürfte wohl auch der Keil von Achenheim dieser Stufe angehören. Bei der Beurteilung von derartigen vereinzelten Stücken ist aber stets große Vorsicht geboten, nur wenn größere Reihen von Funden vorliegen, läßt sich ein Urteil darüber fällen, welcher Stufe die Funde angehören.

Moustierschichten mit Funden, welche an die vom Schulerloch erinnern, wurden außer der Höhle von Hastière und dem Trou Magrite noch im Trou du Sureau bei Montaigle (Provinz Namur), in der Höhle Goyet zwischen Namur und Andenne und in der Höhle von Bay-Bonnet gefunden. Im Trou du Sureau kamen auch Stücke zutage, welche große Ähnlichkeit mit den von mir als Levalloisklingen bezeichneten Werkzeugen aus den tiefsten Moustierschichten des Schulerloches aufweisen; im Trou Magrite fanden sich Artefakte aus Quarzit und Quarz.

Ich habe die Überzeugung gewonnen, daß die Kultur des Moustiermenschen vom Schulerloch und desjenigen von dem Höhlengebiet Belgiens sich gleicht; die vorhandenen Unterschiede lassen sich leicht aus der Verschiedenheit des verwendeten Materials, das in Belgien zum Teil Kieselschiefer, zum Teil Kreidefeuerstein ist, erklären. Wir kennen somit von Niederösterreich bis nach Westeuropa eine im allgemeinen und im einzelnen gleichartige Kultur des Moustiermenschen.

* * *

Wie im Schulerloch, so fanden sich auch in anderen Höhlen des unteren Altmühltales Wohnschichten des paläolithischen Menschen, ein Beweis, daß dieses Gebiet während der Eiszeit dem Menschen günstige Lebensbedingungen bot.

Die ersten sicher paläolithischen Funde stammen aus der Kastlhänghöhle I, in welcher J. Fraunholz seit 1888 zuerst allein, dann seit 1897 zusammen mit H. Obermaier, einem geborenen Regensburger, Ausgrabungen veranstaltet hat. Hinsichtlich der genaueren Fundumstände sei auf die Arbeit in den Beiträgen zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns hingewiesen.[1]) Es handelt sich nur um eine einzige paläolithische Schicht, welche nach den Silex- und Knocheninstrumenten der Madeleinestufe zuzurechnen ist. Abgesehen von Kernstücken, formlosen Spittern und Abschlägen fanden sich Klingen (Fig. 2) in reicher Auswahl und in verschiedener Größe, Spitzklingen (Fig. 3, 1—3), Messer mit verstumpften Rücken (Fig. 3, 4—7), kleine Messerchen (Fig. 3, 8—11), Kratzer (Fig. 4), Stichel (Fig. 5), Pfriemen und Bohrer (Fig. 6, 1—5), Hohlschaber (Fig. 6) und Sägen (Fig. 7). Unter den Knochenwerkzeugen sind zu erkennen Pfriemen und Stäbe aus Renntiergeweih (Fig. 7, 1—3, Fig. 8, 1), Rundstäbe aus Elfenbein (Fig. 7, 4), das Bruchstück einer Knochennadel (Fig. 8, 3) und eine zerbrochene Harpune aus Renntiergeweih (Fig. 8, 2) mit einseitigen Widerhaken. Hauptjagdtiere sind das Renntier, das Wildpferd, der Schneehase und Schneehühner; der Edelhirsch ist verhältnismäßig selten, der Bison fehlt. Nach Obermaier, der sich mittlerweile als Privatdozent für Paläontologie habilitiert hatte, entsprechen die Funde der Kastlhänghöhle denjenigen in Frankreich im Abri Mège (Dordogne), im unteren Niveau der Grotte de la Mairie (Dordogne), in Süddeutschland an der Schussenquelle und im Hohlefels bei Hütten, in Österreich in der Gudenushöhle und in mehreren mährischen Höhlen.

Wie zu vermuten war, ist die Kastlhänghöhle nicht die einzige eiszeitliche Wohnstätte des unteren Altmühltales. Fraunholz konnte durch Probegrabungen feststellen, daß auch in den Klausen bei Neuessing paläolithische Schichten vorhanden sind. Obermaier, der inzwischen als Professor an das vom Fürsten von Monaco in Paris gegründete und mit reichen Mitteln ausgestattete internationale Institut de Paléontologie humaine berufen worden war, ließ sich von seinem Institut für die Ausgrabungen in den Klausen bei Neuessing die notwendigen nicht unbedeutenden Mitteln bewilligen und stellte

---

[1]) J. Fraunholz, H. Obermaier, M. Schlosser, Die Kastlhänghöhle, eine Renntierjägerstation im bayerischen Altmühltale. Beiträge zur Anthrop. und Urgesch. Bayerns, Bd. XVIII, S. 119—164. — Die Figuren 2—8 sind dieser Veröffentlichung entnommen.

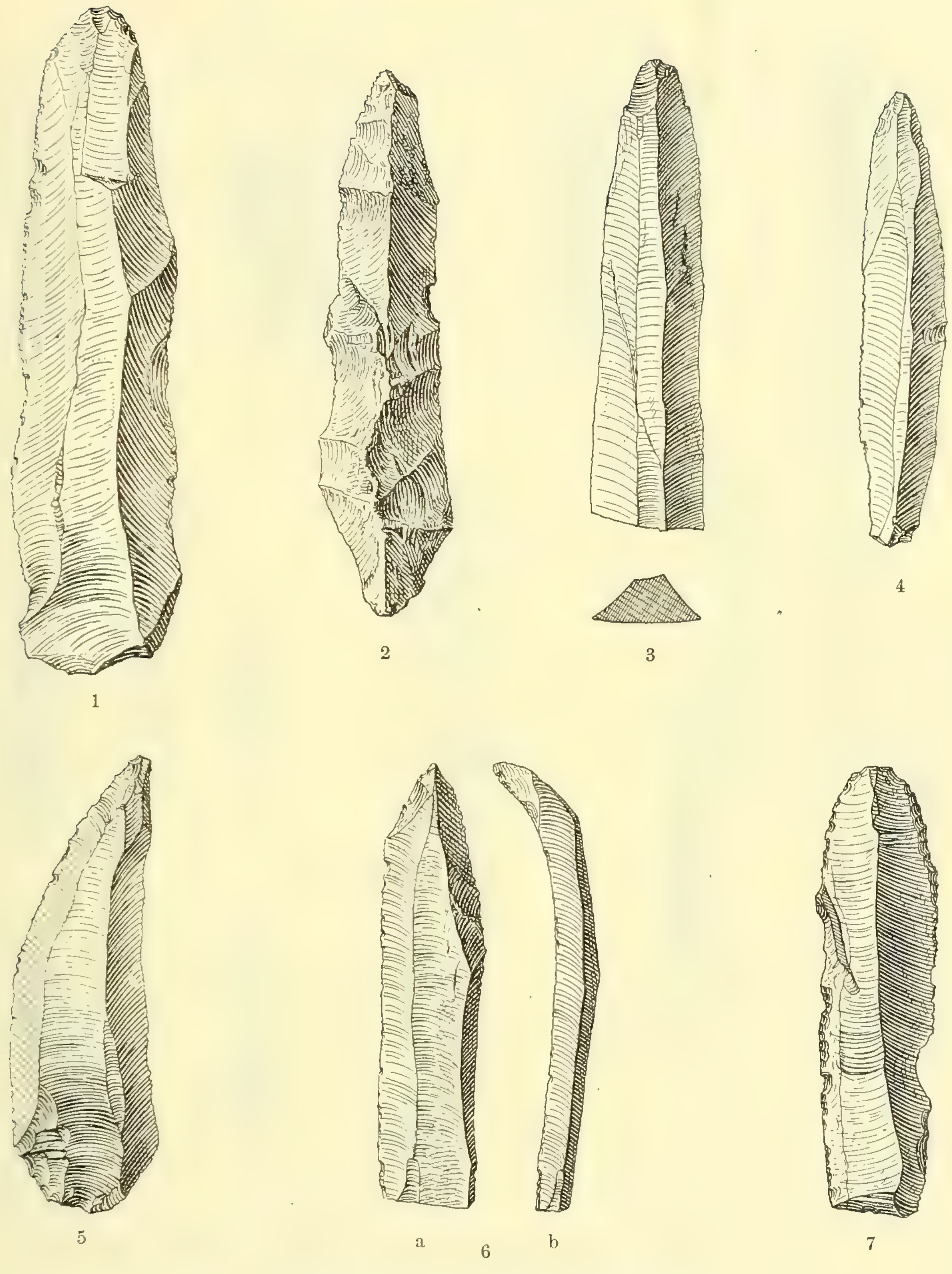



Fig. 2. Klingen aus der Kastlhänghöhle I.
1, 2, 4: $^{2}/_{3}$ natürl. Gr.; 3, 5, 6, 7: $^{1}/_{1}$ natürl. Gr.

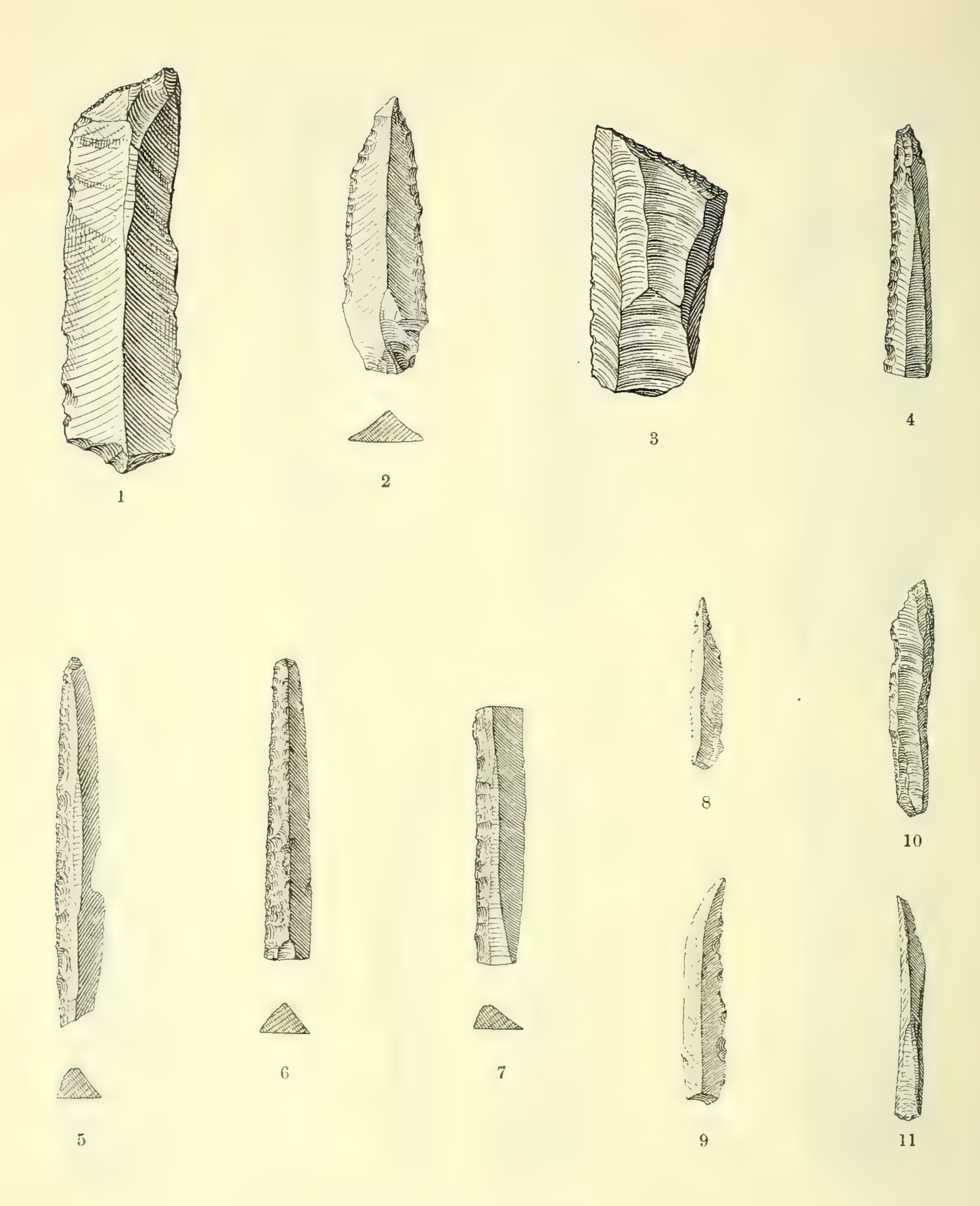



Fig. 3. 1—3 Spitzklingen, 4—7 Messer mit verstumpften Rücken, 8—11 Kleine Messerchen aus der Kastlhänghöhle I.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: 1/1 natürl. Gr.; 8, 9, 10, 11: 1 1/2 natürl. Gr.

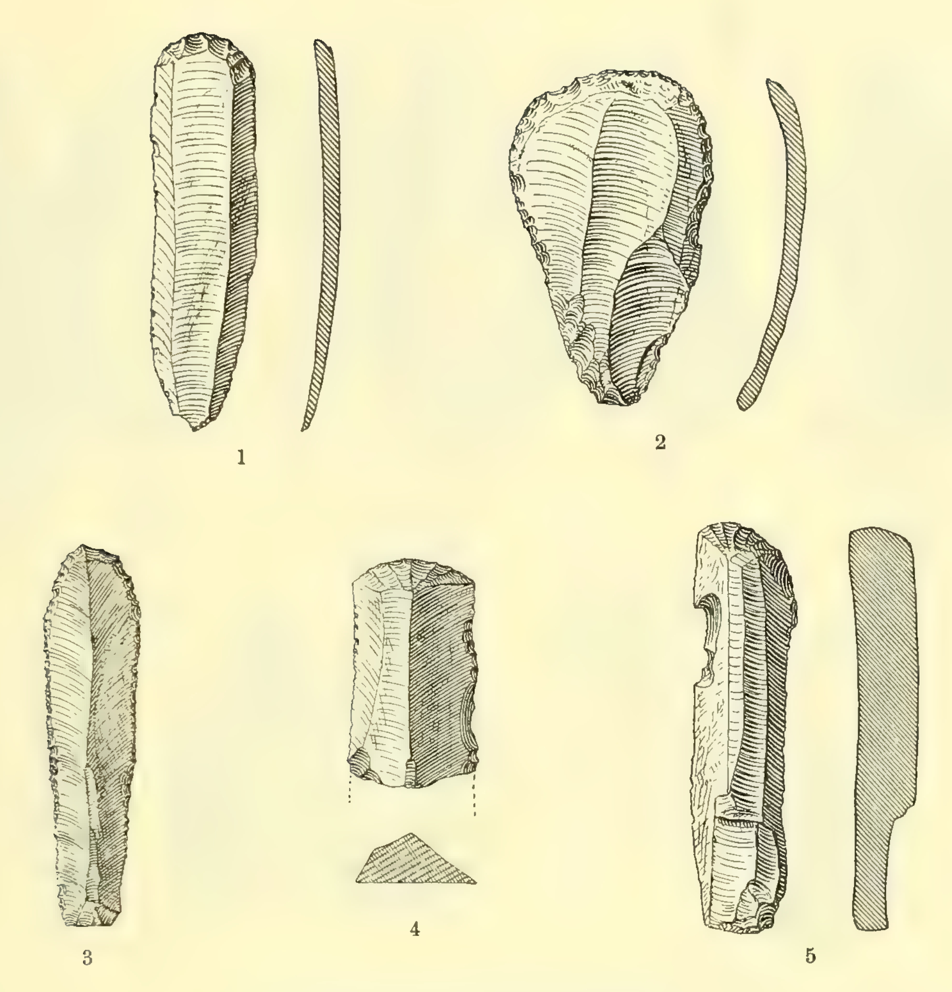


Fig. 4. Kratzer aus der Kastlhänghöhle I.
1, 2: $^2/_3$ natürl. Gr.; 3, 4, 5: $^1/_1$ natürl. Gr.

dann in einem Schreiben vom 5. Februar 1912 an die Anthropologisch-Prähistorische Sammlung des Staates in München den Antrag, gemeinsam die Untersuchungen vorzunehmen. „Die Funde, schreibt er, gelangen zunächst nach Paris, um hier studiert zu werden, und werden alsdann, nach Vorbereitung der Monographie, im Einverständnis mit Herrn Fraunholz den Münchener Staatssammlungen übergeben werden, und zwar kostenlos." Diesem Antrage entsprechend wurde in den Jahren 1912 und 1913 die Untersuchungen durch H. Obermaier, J. Fraunholz, F. Birkner und P. Wernert ausgeführt. Die wissenschaftliche Bearbeitung durch H. Obermaier und die Rückleitung nach München ist leider durch den Ausbruch des Krieges vorläufig verhindert worden; nach Mitteilungen

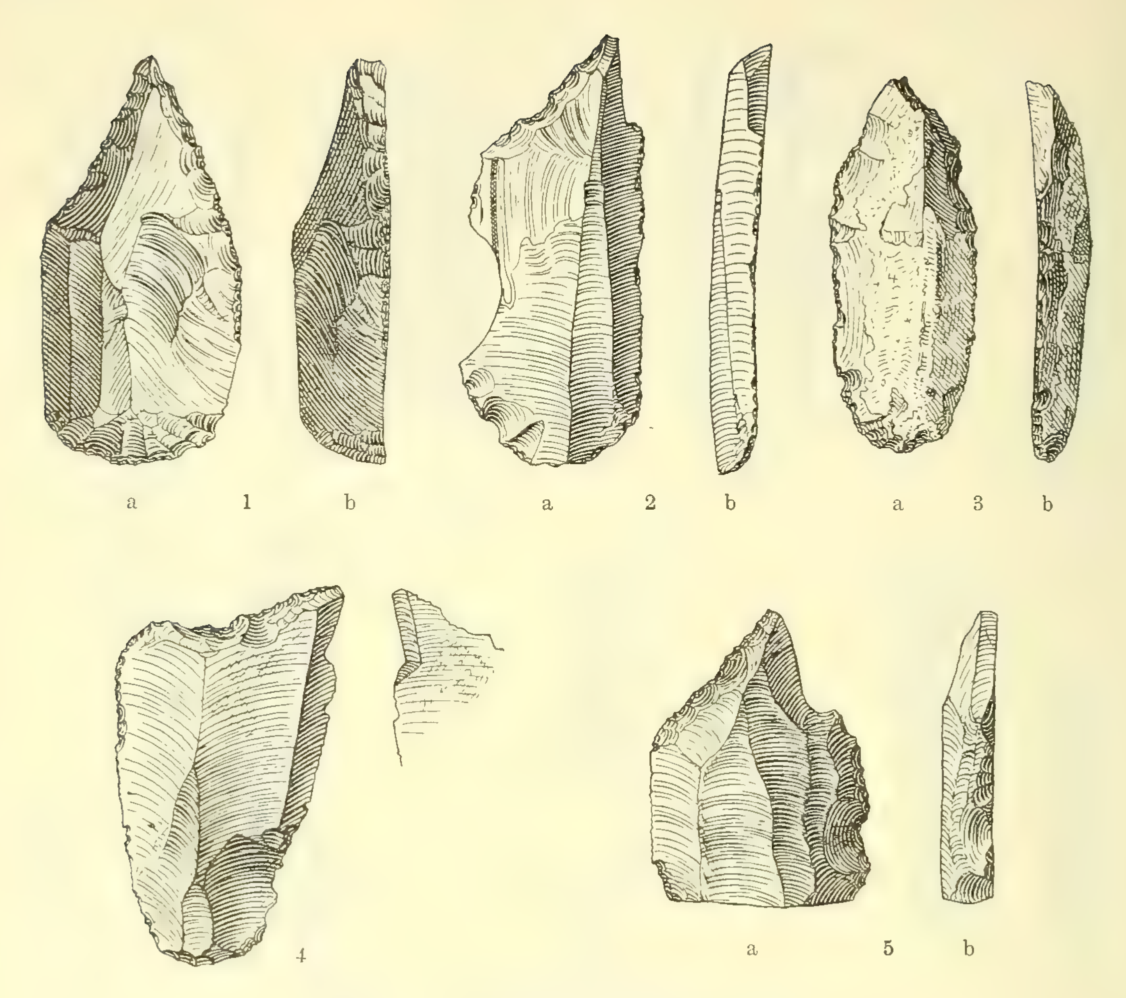



Fig. 5. Stichel aus der Kastlhänghöhle I.
1, 2, 4, 5: 1/1 natürl. Gr.; 3: 2/3 natürl. Gr.

von Obermaier sind die Funde nicht gefährdet. Wir dürfen hoffen, daß die unterbrochene Bearbeitung nach dem Kriege wieder fortgesetzt werden kann und daß dann die Funde nach München kommen.

Bei Neuessing ist das Altmühltal klammartig bis auf ca. 100 m Breite verengert. Am linken Ufer steigen fast senkrecht die nackten Felsenwände des plumpen Felsenkalkes in die Höhe, gekrönt von der Ruine Randeck. Am rechten Ufer sind die Kalkfelsen mehr zerklüftet, so daß sich Schuttkegel bilden konnten und der ganze Hang für Baumwuchs geeignet wurde. Eine Begleiterscheinung der Zerklüftung ist auch das Vorhandensein von Aushöhlungen, von denen, abgesehen von der noch nicht eingehend untersuchten Maihöhle, vor allem die Klausen in Frage kommen.

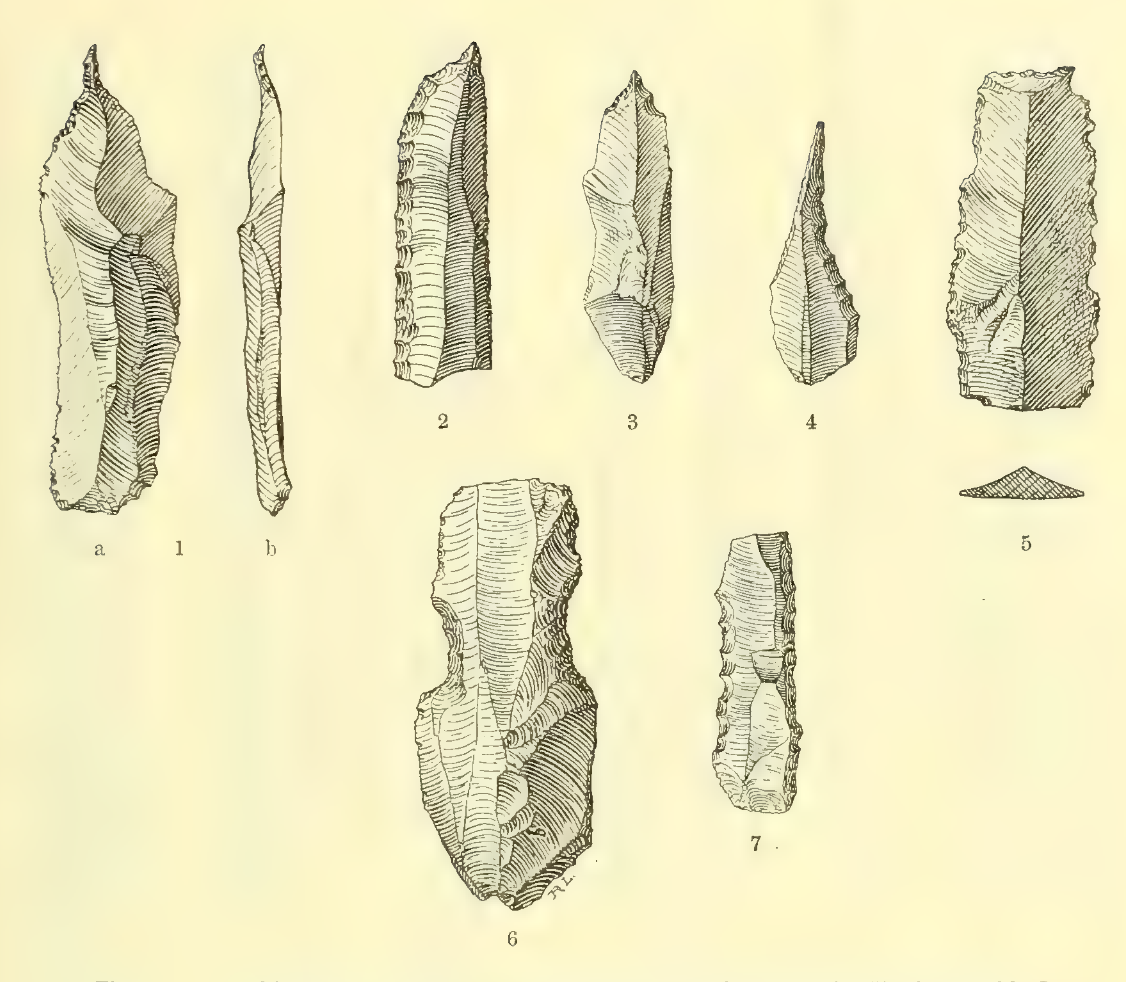



Fig. 6. 1—5 Pfriemen und Bohrer, 6 Hohlschaber und 7 Säge aus der Kastlhänghöhle I.
1, 3, 4, 5, 7: 1/1 natürl. Gr.; 2: 1 1/3 natürl. Gr.; 6: 2/3 natürl. Gr.

Wenn man nach Durchschreiten des noch erhaltenen Altmühltores von Neuessing über die Brücke dem Sträßchen gegen Süden folgt, trifft man am bewaldeten Hange auf drei über einander liegenden Höhlen, von denen die unterste (24,5 m über der Altmühl[1]) schon vor mehreren Jahrzehnten ausgeräumt und zu einem Bierlagerkeller umgebaut worden ist. Heute sind in dieser unteren Höhle keine prähistorischen Schichten mehr vorhanden, ob solche früher in derselben enthalten waren, läßt sich nicht mehr feststellen. Die zwischen der unteren und mittleren Klause gelegene, künstlich verbreiterte Terrasse wird hinten von einer Felsennische abgeschlossen, in der sich einige Aushöhlungen befinden, die mittlere von diesen, die „Klausennische“

[1]) Die Höhenangaben verdanke ich Herrn Reallehrer Rieger in Kelheim.

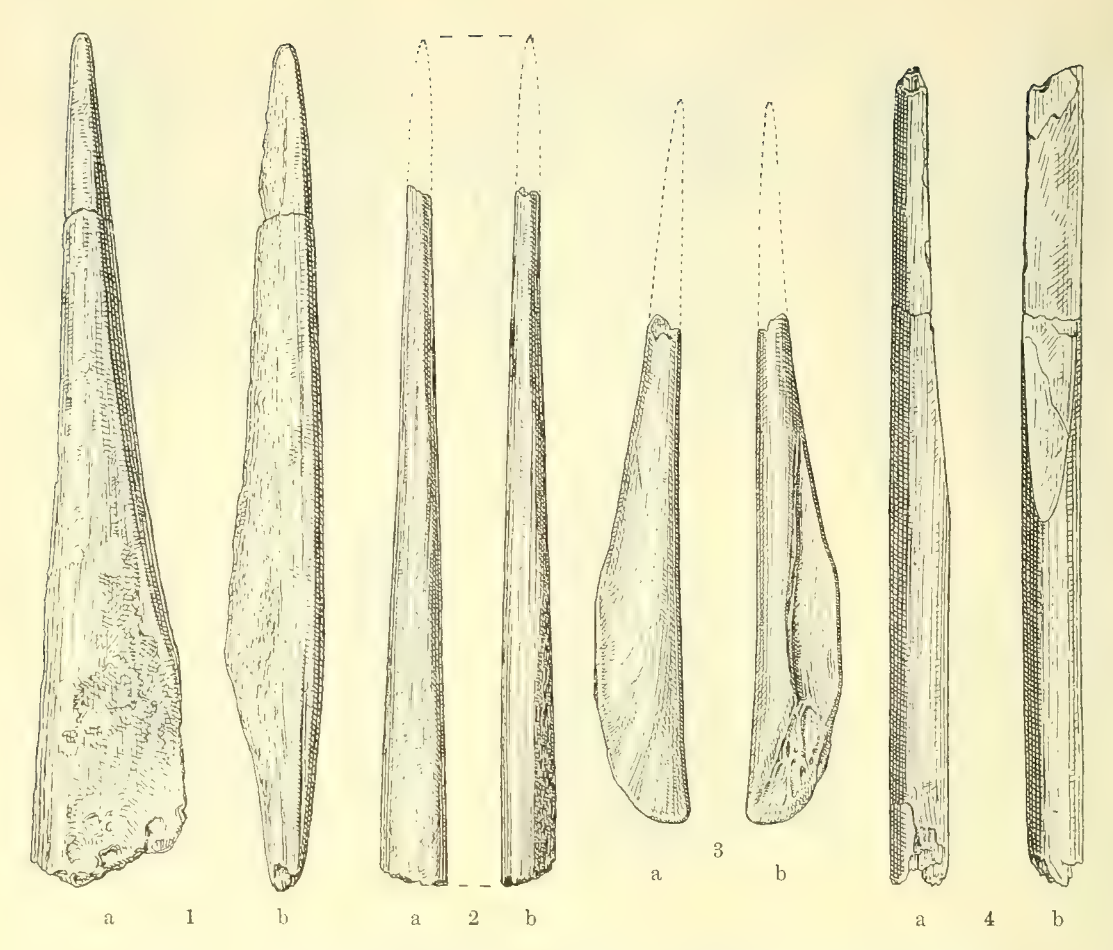



Fig. 7. 1—3 Renntiergeweihpfriemen, 4 Elfenbeinrundstab aus der Kastlhänghöhle I.
1, 2: $^{3}/_{4}$ natürl. Gr.; 3, 4: $^{1}/_{1}$ natürl. Gr.

(37 m über der Altmühl), wurde früher als Bierschenke benützt. In die mittlere Klause (43,75 m über der Altmühl) führen zwei Eingänge, der rechte, westliche ist niedrig, der linke, östliche dagegen ziemlich hoch. Durch eine etwas vorspringende Felsenkulisse wird die Höhle in zwei Abteilungen getrennt, von denen die größere, östliche einige nischenförmige Erweiterungen aufweist; eine kaminartige Öffnung an der Decke verbindet sie mit der oberen Klause (49,87 m über der Altmühl). Diese, eine weite, hohe Halle, besitzt drei Öffnungen. Die westlichste mündet rechts von den etwas tiefer gelegenen Eingängen zur mittleren Klause auf den Südhang des Altmühltales. Links zweigt eine Aushöhlung mit einer fensterartigen Öffnung ab. Eine zweite Öffnung ist nach Nordost gerichtet und mündet auf eine balkonartige, künstlich erweiterte Terrasse, von der aus man einen herrlichen Blick

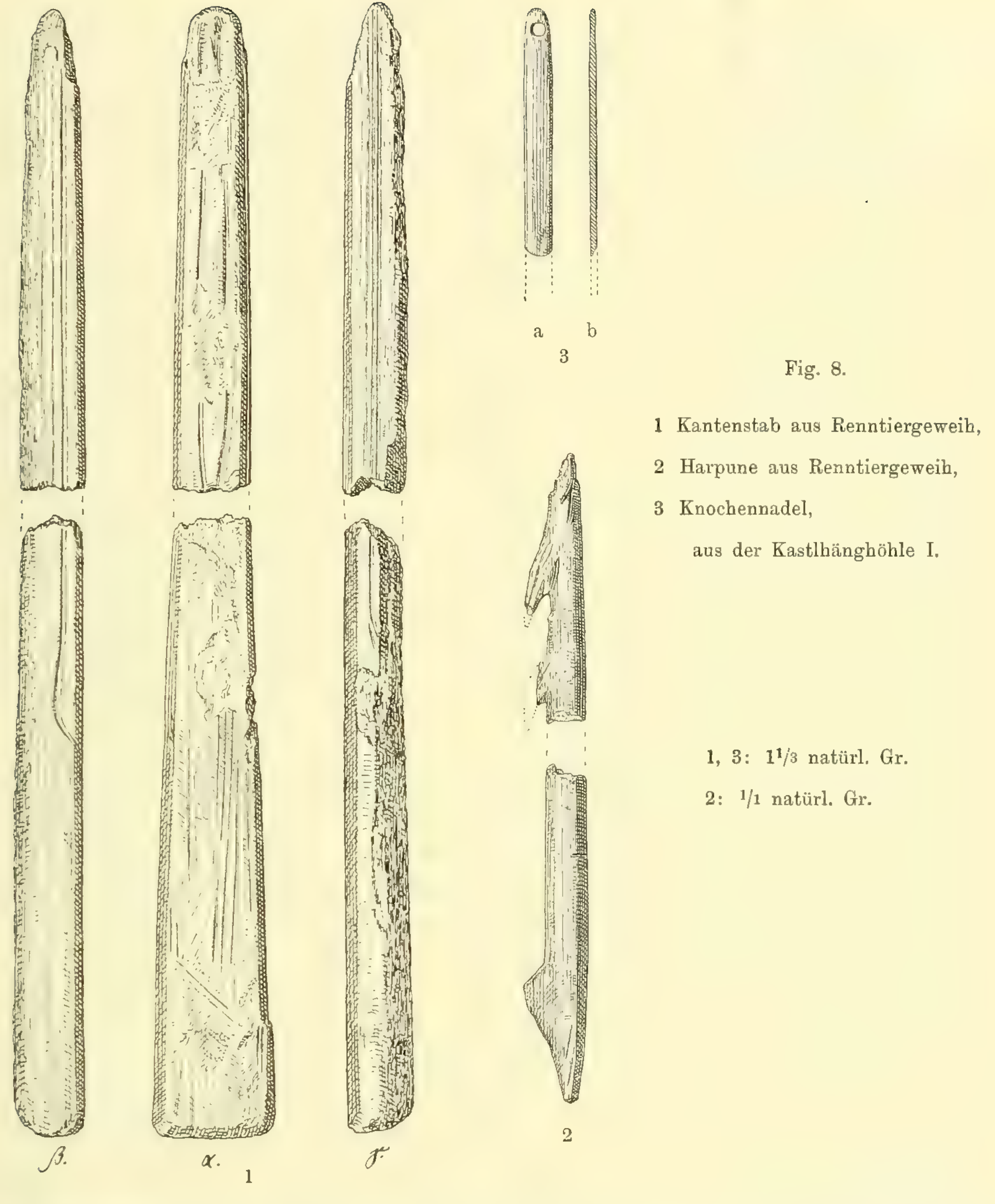



Fig. 8.

1 Kantenstab aus Renntiergeweih,
2 Harpune aus Renntiergeweih,
3 Knochennadel,
aus der Kastlhänghöhle I.

1, 3: $1^1/_3$ natürl. Gr.
2: $^1/_1$ natürl. Gr.

auf Neuessing, Burg Randeck und in das Altmühltal bis zur Befreiungshalle hat. Die dritte Öffnung ist gegen Osten gerichtet und vom bewaldeten Hang aus zugänglich. Auch in der oberen Klause sind durch vorspringende Felsen und durch Aushöhlungen der Wand abgeschlossene Winkel und Nischen entstanden.

Im Westen schließt sich an die obere Klause eine Nische ohne Dach an, auf welche eine Grotte mit mehreren Nischen, die „Westklause“ (47,38 m über der Altmühl) folgt, von der ein Spalt in das Innere des Felsens führt. Durch Sprengungen wurde dieser Spalt künstlich zugänglich gemacht und läßt sich ziemlich weit verfolgen. In den Spalt scheint man seit alter Zeit während der verschiedensten Kulturstufen Abfälle geworfen zu haben. Meine Untersuchungen in der Mitte der Grotte im Jahre 1908 ergaben vor allem Beweise für die Anwesenheit des Menschen während der jüngeren Steinzeit, dagegen zeigten sich keine absolut sicheren Spuren des paläolithischen Menschen. Ich konnte die folgenden Schichten feststellen.

Ganz in der Tiefe, direkt auf dem Felsenboden, fand sich eine rötliche Schicht von höchstens 20 cm Mächtigkeit, welche eine große Anzahl Reste von Nagetieren, von kleinen Vögeln und Raubtieren enthielt, welche teils der Tundren-, teils der Steppenfauna angehören. Es konnten die Reste von Lemmings (Myodes), verschiedenen Wühlmäusen (Arvicola), Pfeifhasen (Lagomys), Spitzmäusen (Sorex), Wieselarten (Foetorius) und Schneehühnern (Lagopus) konstatiert werden. Sie lagen an zwei Stellen auf verhältnismäßig kleinem Raum beisammen, waren z. T. in Stücke zerbrochen, vor allem die größeren Flügel- und Beinknochen der Schneehühner. All das deutet darauf hin, daß sie offenbar seinerzeit von Raubvögeln als Gewölle ausgespien worden sind zugleich mit unverdaulichen Federn und Haaren.

In dieser Schicht fanden sich auch drei Feuersteinstücke, welche möglicherweise dem Paläolithikum angehören können; es sind aber ganz atypische Klingen, welche keinen sicheren Schluß gestatten. Auch die im Jahre 1913 fortgesetzten Untersuchungen in der Westklause haben keine paläolithischen Schichten ergeben, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß der Eiszeitmensch in der Westklause sich nicht aufgehalten hat.

Auf die rötliche Schicht folgte eine ziemlich mächtige, von allen Tierresten und Artefakten freie weißliche Schicht aus Kalksand, auf welche eine dunkle Schicht mit Resten menschlicher Kultur folgte. Hier fanden sich zahlreiche Feuersteinsplitter, die z. T. als Messerchen Verwendung gefunden haben werden, neben Feuersteinkernstücken, ferner Rundschaber, Pfeilspitzen aus Hornstein, Pfriemen aus Knochen und Hirschgeweihen. Eine große Anzahl von Gefäßscherben zeigt die für die jüngere Steinzeit charakteristischen Verzierungen. Es handelt sich vor allem um Muster, welche dem Rößner- und dem Niersteimtypus zuzurechnen sind. Die Tierknochen stammen der Hauptmasse nach von Jagdtieren, von mächtigen Hirschen und Wildschweinen, sowie von Rehen; auch Reste vom Edelmarder, vom Dachs, von der

Wildkatze und dem Biber fanden sich, sowie von Pferd und Rind. Die Reste von Haustieren fehlen fast ganz, wenn nicht die spärlichen Reste vom Rind hieher zu rechnen sind.

Über dieser schwarzen Schicht breitete sich die Humusschicht aus, welche vereinzelte Reste aus jüngeren Kulturen, vor allem aus dem Mittelalter, enthielt.

Die Grabungen im Jahre 1913 ergaben ebenfalls Reste aus der jüngeren Steinzeit.

Für die Kenntnis der eiszeitlichen Besiedelung des unteren Altmühltales sind die Grabungen in der mittleren und oberen Klause und insbesonders in der Klausennische von großer Bedeutung.

Die oberen Schichten der Klausennische sind vor Jahren zum Zwecke der Einebnung abgetragen und zur Auffüllung und Vergrößerung der davorliegenden Terrasse verwendet worden. Es blieben an den Wänden nur noch wenige Reste stehen, aus denen zu ersehen war, daß es sich vor allem um eine neolithische Schicht handelte und daß auch noch ein Teil der paläolithischen Schichten anscheinend mit spärlichen Funden weggenommen worden ist. Der noch vorhandene ungestörte Teil des Nischenbodens enthielt zahlreiche Steinwerkzeuge und Tierreste, von denen besonders Elephas, Rhinozeros, Pferd hervorzuheben sind. Eine rötliche, fast fundlose Schicht folgte darunter direkt auf dem Felsenboden aufgelagert.

Über die Steinwerkzeuge schreibt H. Obermaier[1]): „Große Überraschung bereitete uns das Vorkommen einer ganzen Serie von echten F a u s t k e i l e n. Sie sind teils massiv, wie das Glanzstück Figur 9,1.[2]) 17 ½ cm lang ist es der schönste Fäustling, der bislang in Mitteleuropa gefunden wurde. Sein 4 cm dicker Griff zeigt noch die Rohform des verwendeten Plattensilex; von da ab verjüngt sich das äußerst geschickt behauene Stück nach oben, allwo es in eine nur wenige Millimeter dünne Spitze ausläuft. Neben den Faustkeilen mit dickem Basalschnitt findet sich aber eine Reihe von d ü n n f l a c h e n E x e m p l a r e n, regelmäßig aus schmalen Silexplatten hergestellt, so daß bis zu einem gewissen Grade große Pseudo-Lorbeerblattspitzen entstanden, die im Sinne der französischen Nomenklatur nicht „coups de poing lancéolés“, sondern direkt „coups de poing foliacés“ genannt werden müßten. Eine Probe davon zeigt die Figur 9,2, ein 16 cm langes „Keilblatt“ von regelmäßig geradem Vertikalschnitt und nur 1,2 cm Dicke, die von der Basis bis nahezu an die

[1]) H. O b e r m a i e r und P. W e r n e r t. Paläolithbeiträge aus Nordbayern. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, Bd. XXXXIV, S. 54/55.

[2]) Die Figuren 9—11 sind den Beiträgen zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns, Bd. XIX, Taf. XXXII u. XXXIII entnommen.

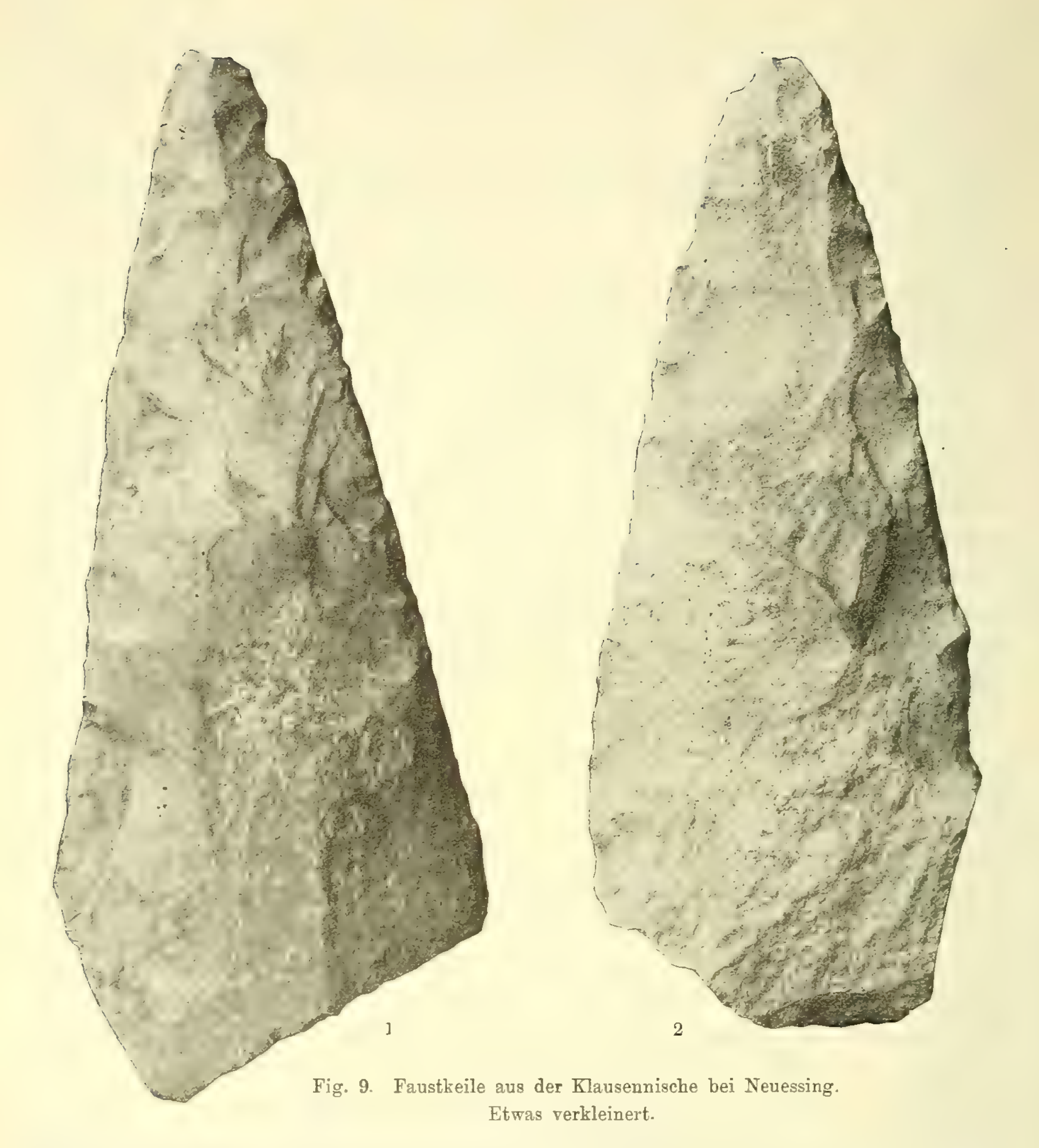



Fig. 9. Faustkeile aus der Klausennische bei Neuessing.
Etwas verkleinert.

Spitze gleichbleibt. Dazu gesellen sich in mannigfachen Varianten und Größen, beiderseits bearbeitete, dünnflache Spitzen, wie sie auch der Fundplatz Kösten[1]) lieferte, so Figur 10, 1 (6,9 cm Länge und 1,2 cm Maximaldicke) und Figur 10, 2 (6,2 cm Länge und 1,2 cm Maximaldicke), welch letz-

[1]) H. Obermaier und P. Wernert, Paläolithbeiträge aus Nordbayern. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, Bd. XXXXIV, 1914, S. 44—51.

teres Stück man aus dem Zusammenhang gerissen betrachtet, nicht anstehen würde, als Solutréenspitze im Stadium der wichtigsten Vorbehauung anzusprechen, der nur noch die entgültige Überretuschierung durch Pressung fehlte. Vielfache Übergangsformen führen zu den mehr oder minder dreieckigen Handspitzen, die in ihren Feintypen stets auch auf der Rückseite partiell überarbeitet sind, wie Figur 10, 3 (9 cm lang, 1 cm gleichmäßige Dicke), Figur 10, 4 (7 cm lang, 1,2 cm dick) und Figur 10, 5 (6,2 cm lang, 1,0 cm dick). Die flachen Schaber repräsentiert die Figur 10, 6 (aus einer 1,3 cm dicken Silexplatte geschlagen und von 8,5 cm Breite), den massiven Typus die Figur 10, 7 (von 7 cm Breite), ein Exemplar, das aus einem Silexkiesel abgespalten ist und dementsprechend als Rücken noch die Knollenkruste trägt."

Die Abbildungen 1—7 auf Tafel V stellen einige aus der Klausennische stammende, der Acheulschicht zugehörige Werkzeuge dar, welche Rentamtmann J. Fraunholz der Staatssammlung übergeben hat.

Abbildung 1 stellt einen Faustkeil mit dicker Basis dar, Abb. 2 einen lanzenspitzförmigen Faustkeil. In Abb. 3—4 kommen Spitzschaber, in Abb. 5—7 verschiedene Spitzformen zur Darstellung.

Wir haben es hier mit Typen zu tun, welche sich vollständig von den in den Resten der oberen Schicht und in der mittleren und oberen Klause gefundenen Moustiertypen unterscheiden und sich mit der Acheulindustrie Westeuropas vergleichen lassen; Obermaier nennt die ganze Industrie „ein selten schönes Jung-Acheuléen". Abgesehen von den schönen Faustkeiltypen ist besonders auch die begleitende abwechslungsreiche Kleinindustrie von Wichtigkeit. Die hier in einer stratigraphisch bestimmten Kulturschicht gefundenen Formen geben jetzt ein gutes Mittel in die Hand die verschiedenen in Deutschland einzeln und zerstreut gefundenen Faustkeile wissenschaftlich zu bestimmen. In Bayern bietet der Fundplatz Kösten mit seinen doppelseitig bearbeiteten Werkzeugen eine vortreffliche Parallele; aber auch unter den 1912 als Moustiertypen von Breuil und Obermaier bestimmten Fundstücken aus dem Hohlefels bei Happurg dürften meines Erachtens eine Anzahl mit den Fundstücken der Klausennische gleichzeitig sein; freilich fällt es auf, daß im Hohlefels die Faustkeile, welche den früheren Ausgräbern sicher nicht entgangen wären, sowohl in der Nürnberger als auch in der Münchner Sammlung fehlen.

Nach Obermaier stellen Klausennische und Kösten eine eigene „Facies" im Kreise der jüngeren Acheulstufe dar, an welche in Frankreich am meisten gewisse Typenreihen von La Micoque in der Dordogne erinnern.

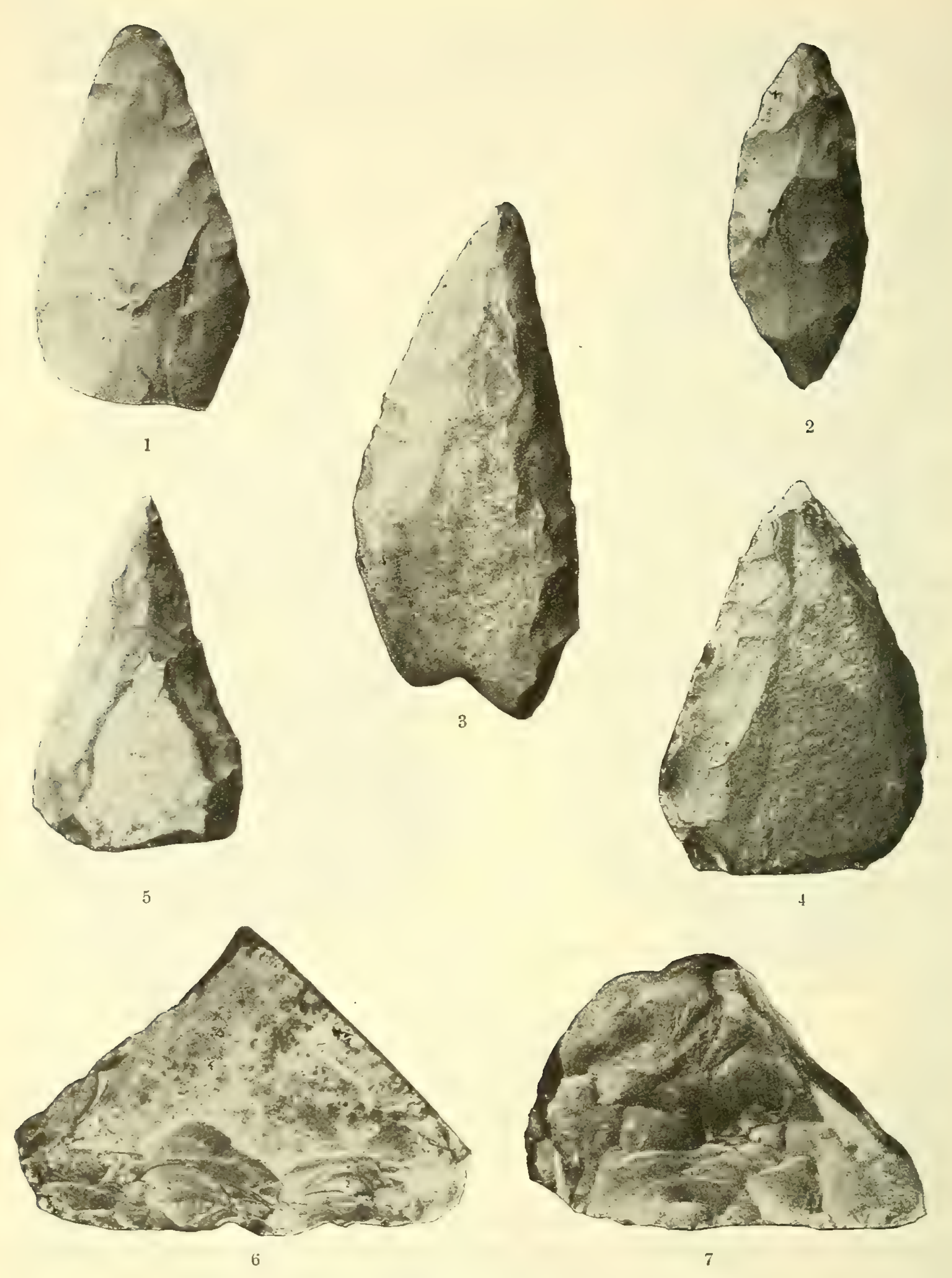



Fig. 10. Spitzen und Schaber aus der Klausennische bei Neuessing. Etwas verkleinert.

Die über der Acheulschicht der Klausennische gefundenen Moustiertypen waren die gleichen, wie sie in der mittleren und oberen Klause vorkommen. Sie sind gröber sowohl in der Bearbeitung als auch in den Formen. Die Moustierschichten der mittleren und oberen Klause scheinen schon während der jüngeren paläolithischen Epochen durch die Benützung der Höhle als Wohnstätte gestört worden zu sein, wenigstens fanden sich vor allem in der mittleren Klause die Moustiertypen zerstreut in den Madeleineschichten. In der oberen Klause konnten an einigen Stellen in Vertiefungen des Bodens noch ungestörte Moustiertypen festgestellt werden.

Ein Vergleich der Moustierformen der Klausen und der Acheultypen der Klausennische läßt es unwahrscheinlich erscheinen, daß hier die Moustierstufe sich aus der Acheulstufe heraus entwickelt hat. Für das untere Altmühltal wenigstens ist anzunehmen, daß die Acheulleute einer Völkergruppe angehörten, welche mit den jüngeren Moustierleuten kulturell nichts Verwandtes hatten. Das Gleiche schließt Obermaier auch aus den reichen Funden im Sommetal. Darnach wäre anzunehmen, daß schon während des Altpaläolithikums verschiedenartige Völkerwellen Europa durchzogen, welche verschiedene Kulturen besaßen. Wie auch sonst auf ethnologischem Gebiete sprechen manche Beobachtungen auf paläolithischem Gebiete gegen die Annahme einer fortschreitenden Entwicklung der Kultur.

In der oberen Klause folgte an einigen Punkten auf die Moustierstufe eine nicht besonders reichliche Solutréschicht (Fig. 11, 1), den ganzen Raum aber durchzog die älteren Schichten überdeckend eine Madeleineschicht. Es fanden sich die für diese Stufe typischen Steinwerkzeuge, ferner Pfriemen (Fig. 11, 2, 3) und Harpunen mit einseitigen Widerhaken aus Knochen (Fig. 11, 4), auch Reste von einfachen sog. Kammandostäben (Fig. 11, 5) kamen zutage. Besonders sind Kalksteinplatten (Fig. 11, 6) mit roten geometrischen und figuralen Bemalungen aus der Madeleineschicht zu erwähnen.

In der mittleren Klause fehlte die Solutréschicht, dagegen war die Madeleinestufe in gleicher Weise wie in der oberen vertreten. Hier war es in der östlichen Nische, wo ein mit einem Bisonrelief verzierter Kommandostab zutage kam. In der ganzen Madeleineschicht fanden sich Moustiertypen zerstreut vor.

Ziemlich in der Mitte der mittleren Klause stießen wir am 4. Oktober 1913 auf menschliche Knochen, welche sich als Teile eines ganzen menschlichen Skelettes erwiesen.

Das Skelett lag in einer mächtigen Rötelumhüllung eingebettet, ausgestreckt von Süden (Kopf) nach Norden. Vom Becken einschließlich abwärts




Fig. 11. Funde aus den Klausen bei Neuessing.
1 Primitive Lorbeerblattspitze der Solutréstufe; 2—6 Stücke aus der Madeleinestufe.
Fast natürliche Größe.

befand sich die Leiche normal, mit der hinteren Seite nach unten. Der Rumpf ruhte auf der linken Seite, ebenso der Kopf. Die rechte Schulter bildete somit den höchsten Teil der Leiche. Der linke Arm war längs des Körpers gestreckt angelegt, der rechte Arm verlief in seiner unteren Partie von links oben nach rechts unten, dem Becken entlang. Der Kopf zeigte sich vollständig platt gedrückt und entsprechend deformiert. Das Gleiche gilt vom Brustkorb, der nur fragmentarisch gehoben werden konnte. Von den langen Knochen waren die meisten noch in relativ gutem Zustande erhalten. Unter und über dem Kopfe wurden formlose Stoßzahnstücke vom Mammut breccienförmig beobachtet. Die linke Ulna lag quer über dem Radius mit dem distalen Ende etwas nach aufwärts bis in die graue Madeleineschicht hineinragend. Der rechte Oberarm war durch Steindruck in zwei Teile zerbrochen, von welchen der proximale direkt unter dem Kopfe, der distale mit der fossa olecrani nach oben, auf dem Rumpf von oben links nach unten rechts lag.

Beigaben fanden sich trotz eifrigen Suchens weder in unmittelbarer Nähe des Skelettes noch in gleicher Höhe des anschließenden Bereiches.

Es machte den Eindruck, daß in einem schon von alters her vorhandenen Komplex von größeren Steintrümmern, der zur Moustierzeit über die damalige Oberfläche des Höhlenbodens herausragte, ein verhältnismäßig schmaler Spalt ausgehoben wurde, der gerade groß genug war, den Leichnam bequem aufzunehmen. Die Unterlage bildete am oberen Teil des Skelettes eine natürliche, unregelmäßige Steinschicht. Unter dem unteren Teil der Beine war fundleere, relativ steinlose Erde bis 30 cm Tiefe.

Hinsichtlich des Alters des Skelettes kamen Obermaier, Wernert und ich nach reiflicher Überlegung zu der Anschauung, daß es sich um ein Skelett aus der Solutréstufe handeln muß und zwar aus folgenden Gründen:

Das Neolithikum kann nicht in Betracht kommen, da zwischen Skelett und jüngster Oberflächenschicht 50 cm Schutt lag, von dem nur die oberen 30 cm noch neolithisches Material aufwies, während die unteren 20 cm unverwühlte Madeleineschicht ohne neolithisches Material jedoch, wie auch sonst in der Höhle, mit Einschlag von Moustiertypen, enthielten.

Das quartäre Alter der Sepultur steht demnach über allen Zweifel erhaben fest.

Der Lage nach muß betont werden, daß die Leiche in unzweifelhaftem Moustier-Horizonte ruhte. Nimmt man eine Moustierbestattung an, so legt das Fehlen von Moustiertypen im Schutt der Grabspalte nahe, daß die Beerdigung bereits stattgefunden hatte, bevor die Höhle in ihrer ganzen Ober-

fläche von Moustierartefakten übersät war oder, daß das zur Moustierzeit etwas höhere Aufragen des Blockkomplexes gerade diese Stelle vor Überlagerung mit Moustiermaterial schützte. Das Fehlen von Neandertalermerkmalen am Skelette spricht aber gegen die Annahme einer Moustierbestattung.

Auszuschließen scheint eine Madeleinesepultur zu sein, da nachweislich die Madeleineleute bereits über das Skelett hinwegschritten und dessen Oberfläche leicht verwühlten. Dies ging daraus hervor, daß die Ulna ihre natürliche Lage verloren hatte. Das distale Ende ist nach aufwärts gerissen worden und war der Madeleineschicht entsprechend grau angefärbt. Das Gleiche gilt von der Patella und einigen Phalangen, die ebenfalls ihre ursprüngliche rote Farbe eingebüßt hatten. Es fehlte ferner in der Spaltfüllung jede Spur von Madeleineschutt.

Da sowohl gegen die Annahme einer Moustier- als einer Madeleinesepultur Gründe vorliegen und für die Anwesenheit des Aurignacmenschen im unteren Altmühltale bis jetzt keine Anhaltspunkte vorliegen, bleibt nur übrig an eine Solutrébestattung zu denken. Da in der mittleren Klause selbst die in der oberen Klause sicher vorhandenen Solutréleute so gut wie keine Spuren hinterlassen haben, scheinen sie die, doch aller Wahrscheinlichkeit auch damals bewohnbare mittlere Klause gemieden zu haben, vielleicht gerade deshalb, weil sie dieselbe als Sepultur benützt hatten. Das Fehlen von Moustiertypen im Grabschutt ließe sich dadurch erklären, daß die zur Moustierzeit etwas über die sonstige Oberfläche hervorragende Steinlage genügend artefaktfreie Erde bot, um die Leiche damit zu bedecken. Erst zur Madeleinezeit füllte sich der Boden der Höhle so stark mit Schutt an, daß jetzt der Blockkomplex sich nicht mehr über die Oberfläche erhöht erhob, sondern der allgemeinen Bodenausgleichung der ganzen Umgebung sich einreihte.

Die Untersuchungen in den Höhlen des unteren Altmühltales haben ergeben, daß dort der Mensch von der Acheulstufe an während der ganzen Eiszeit gelebt hat, nur während der Aurignacstufe scheint er nicht anwesend gewesen zu sein. Es ist zu erwarten, daß auch in den noch nicht untersuchten Höhlen Wohnschichten des paläolithischen Menschen vorhanden sind. Diese systematisch zu untersuchen, ist eine wichtige Aufgabe der kommenden Jahre.

---

# Verzeichnis der Abbildungen auf Tafel I—V.

## Tafel I.

**Karte** (1 : 100,000) **des unteren Altmühltales** zwischen Riedenburg und Kelheim mit Angabe der Lage der Höhlen: rechts der Altmühl: **Klammhöhle, Bauernleitenhöhle, Kastlhänghöhlen, Maihöhle, Klausen**; links der Altmühl: **Silberloch, Schulerloch, Vierkammerloch.**

**Grundriss des vorderen Teiles des Schulerloches** (1 : 300); A, B, C, D, E, F, G, H, I. Grabungsstellen.

**Durchschnitt durch die Wohnschichten im Schulerloch** von I nach II (1 : 40).

Schichtenfolge von oben nach unten:
Schwarze Schicht („Bronzezeitliche Schicht",
Loser Steinschutt
Graubraune Schicht mit viel Steinschutt
Braune Schicht mit wenig Steinschutt } („Moustierschicht"),
Lettige, gelbbraune Schicht
Lettige, rotbraune Schicht } („Knochenschicht").

(Die folgenden Abbildungen stellen die Werkzeuge in natürlicher Größe dar.

Die petrographische, makroskopische Beschreibung der Werkzeuge schließt sich an die in nächster Zeit erscheinende, unter Leitung von Prof. Dr. Deecke in Freiburg in Br. im Geologischen Institut der Universität von F. Würzbach verfaßte Dissertation an.)

## Moustierfunde aus dem Schulerloch.

## Tafel II.

1. **Levalloisklinge** mit Spitzen- und Schaberretuschen. Hellgrauer, kantendurchscheinender Hornstein mit Fettglanz.
2. **Levalloisklinge.** Spitze. Oberseite mit Krustenrest. Gelbgrauer, rauher Hornstein mit schwachem Fettglanz.
3. **Levalloisklinge** mit wenig Retuschen. Grauer, rauher Hornstein.
4. **Levaillloisklinge** mit wenig Retuschen und roher Bearbeitung der Unterfläche. Oberseite mit Krustenrest. Bräunlicher, rauher Hornstein.
5. **Kleines, flaches Keilchen.** Ober- und Unterfläche bearbeitet. Oberseite mit Krustenrest. Hellgrauer, glatter Jaspis (= Jurahornstein).
6. **Kleines Keilchen.** Ober- und Unterfläche bearbeitet. Oberseite stark, Unterseite schwach konvex. Rotbrauner und grünlicher, glatter, kantendurchscheinender Bohnerz-Jaspis.
7. **Kleine Doppelspitze.** Ober- und Unterfläche bearbeitet. Oberseite konvex, mit Krustenrest, Unterseite mehr flach. Hellgrauer und gelber, glatter Jaspis.
8. **Rundkratzer mit Stiel.** Ober- und Unterfläche bearbeitet. Hellgrauer, glatter Jaspis.
9. **Dicker Schaber** mit keilförmigem Durchschnitt und Bogenkante. Hellgrauer, glatter Jaspis.
10. **Dicker Schaber** mit bogenförmiger Kante. Rückenkante retuschiert und Spitzenretusche. Dunkelgrauer, rauher Hornstein.

11. **Schaberkratzer** mit bogenförmiger Gebrauchs- und gerader Rückenkante. Oberseite mit Krustenrest. Grauer, glatter, kantendurchscheinender Jaspis.
12. **Schaber** mit schwachbogenförmiger Kante. Oberseite zum Teil mit Kruste. Rückenkante teilweise retuschiert. Unterseite mit wenig Flächenretusche. Rauher Hornstein mit weißlicher Patina.
13. **Schaber** mit geschweifter, schwach S-förmiger Gebrauchs- und gerader Rückenkante. Oberseite mit Krustenrest, Unterseite mit Flächenretusche. Dunkler, schwärzlicher, glatter Hornstein (Jaspis?).
14. **Schaber** mit bogenförmiger Gebrauchskante. Rücken mit Krustenrest. Hellgrauer, glatter Jaspis.
15. **Spitzschaber** mit bogenförmiger Gebrauchsretusche. Rücken und Oberseite mit Krustenrest. Hellgrauer, glatter Jaspis.
16. **Spitzschaber** mit bogenförmiger Gebrauchsretusche. Bogenförmige retuschierte Rückenkante mit Kruste. Hellgrauer, glatter Jaspis.
17. **Spitzschaber** mit bogenförmiger Gebrauchskante, winkliche, retuschierte Rückenkante. Glatter Jaspis mit weißlicher Patina.

## Tafel III.

18. **Dünner Spitzschaber** mit bogenförmiger Gebrauchskante. Die übrigen Kanten zeigen ebenfalls Absplitterungen. Grauer, glatter, kantendurchscheinender Jaspis.
19. **Spitzschaber** mit bogenförmiger Gebrauchskarte. Oberseite mit Krustenrest. Grauer, rauher Hornstein.
20. **Sägeschaber** mit gerader Gebrauchskante. Ober- und Unterseite mit Krustenrest, Unterseite mit roher Flächenbearbeitung. Basis retuschiert. Grauer, rauher, schwach kantendurchscheinender Hornstein.
21. **Sägeschaber** mit Spitzenretusche; winklige Rückenkante. Hellgrauer, glatter Jaspis.
22. **Sägeschaber** mit gerader Rückenkante. Ober- und Unterseite mit Krustenrest. Glatter Jaspis mit weißlicher Patina.
23. **Keilförmiger Sägeschaber** mit bogenförmiger, retuschierter Rückenkante. Ober- und Unterseite mit Flächenbearbeitung. Gelbgrauer, glatter Hornstein.
24. **Dünner Sägeschaber.** Bogenförmige Rückenkante mit Krustenrest. Grauer, glatter, schwach kantendurchscheinender Jaspis.
25. **Dünner Sägeschaber** mit winkliger Rückenkante. Oberseite mit Krustenrest. Hellgraues Krustenstück eines Jaspis.
26. **Hohlschaber** mit geschweifter, S-förmiger Gebrauchskante. Winklige Rückenkante mit Krustenrest. Hellgrauer, etwas rauher, schwach kantendurchscheinender Jaspis.
27. **Hohlschaber** mit geschweifter S-förmiger Gebrauchskante und retuschierter, bogenförmiger Rückenkante. Oberseite mit Krustenrest. Hellgrauer und gelbgrauer, glatter, gebänderter Jaspis.
28. **Flache Spitze** mit unbearbeiteter, schwach schiefer Basis. Gelbgrauer, rauher, fettglänzender, schwach kartendurchscheinender Hornstein.
29. **Spitze mit Schaberkanten** (Vielfachschaber) und schiefer unbearbeiteter Basis. Hellgrauer, teils glatter, teils rauher Jaspis.
30. **Spitze mit Schaberkanten** (Vielfachschaber) und schiefer unbearbeiteter Basis. Grauer, gebänderter, rauher Jaspis.
31. **Spitze mit schwach geschweifter und bogenförmiger Schaberkante** (Doppelschaber) und schiefer Basis. Hell- und dunkelgrauer, gebänderter, glatter Jaspis.
32. **Spitze mit Schaberkanten** (Doppelschaber) und schiefer Basis. Hellgrauer und grauer, teils glatter, teils rauher Jaspis.
33. **Spitze mit bogenförmigen Schaberkanten** (Doppelschaber) und unbearbeiteter Basis. Spitze abgebrochen? Gelblicher, rauher, schwach kantendurchscheinender Hornstein.
34. **Dünnflache Spitze** mit schiefer, unbearbeiteter Basis. Hellgrauer und gelblicher, etwas rauher Jaspis.
35. **Dünnflache Spitze** mit unbearbeiteter Basis. Hellgrauer, rauher Jaspis.
36. **Dünnflache Spitze.** Alle Kanten retuschiert. Oberseite teilweise mit Krustenrest, Unterseite wohlbearbeitet. Gelber, glatter Bohnerz-Jaspis.
37. **Dünnflache Spitze** mit schwacher, schiefer Basis. Oberseite mit Krustenrest, Unterseite teilweise bearbeitet. Hellgrauer, glatter Jaspis.

38. **Flache Spitze.** Basis mit Gebrauchsretuschen, links abgeschrägt, rechts mit schiefer, unbearbeiteter Abschrägung. Hellgrauer, rauher, schwach kantendurchscheinender Hornstein.
39. **Spitze.** Wenig bearbeitete Basis. Hellgelber, rauher Hornstein mit schwachem Fettglanz.
40. **Spitze mit dicker Basis** und viereckigem Durchschnitt. Hellgrauer, rauher Hornstein.
41. **Spitze mit dicker Basis** und viereckigem Durchschnitt. Glatter Jaspis mit hellgrauer Patina.

## Tafel IV.

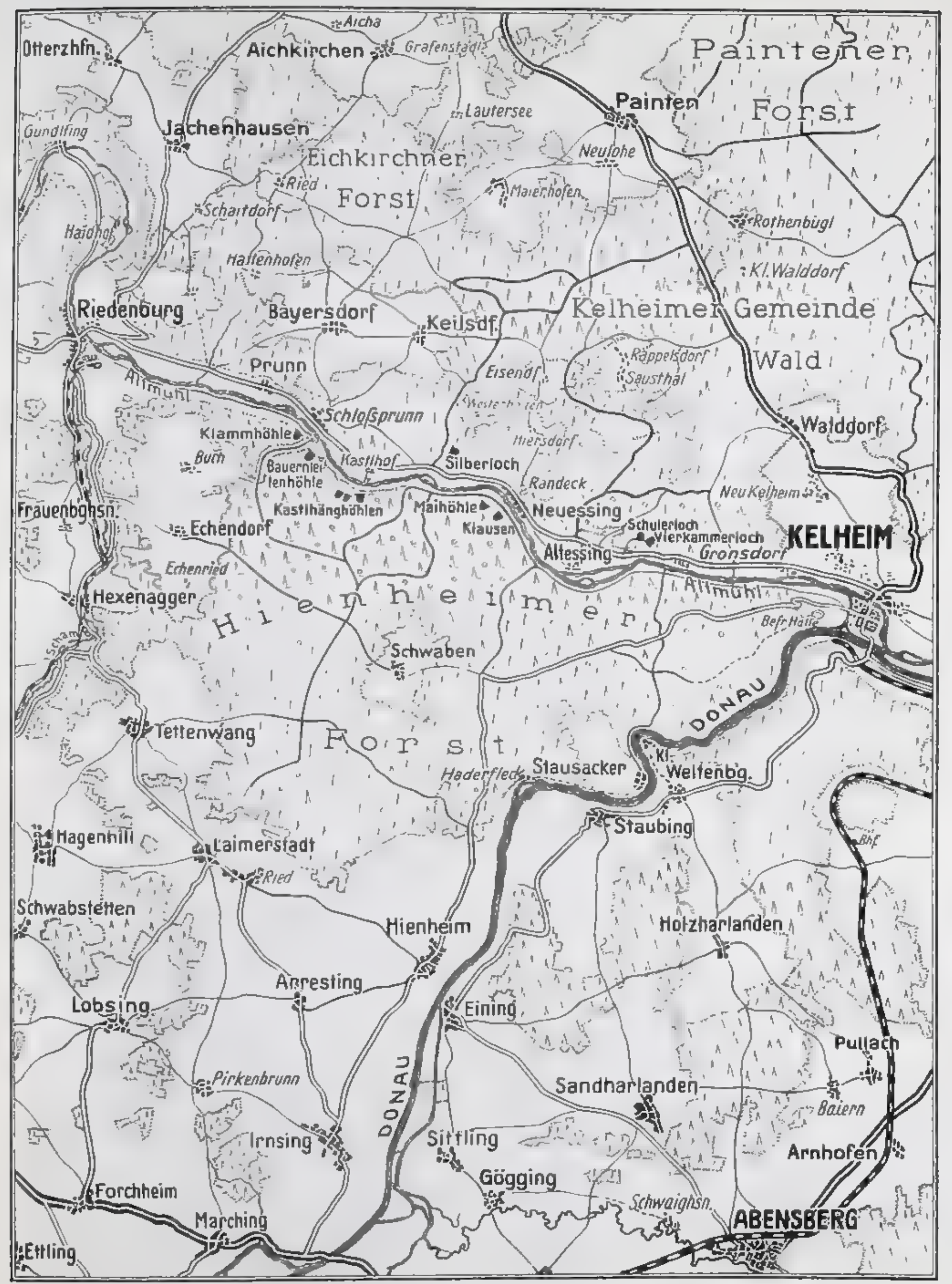
42. **Gekrümmte Spitze** mit Seitenretuschen und schiefer Basis. Gelblicher, rauher Hornstein mit schwachem Fettglanz.
43. **Gekrümmte Spitze.** Rechte Seitenkante retuschiert (Hohlschaber), linke Seitenkante mit Kruste. Basis retuschiert, links mit unbearbeiteter Abschrägung. Hellgrauer, rauher Jaspis.
44. **Bohrer** mit fein retuschierter Spitze. Hellgrauer, rauher Hornstein.
45. **Bohrer** mit retuschierten Seitenkanten und schräger Basis. Gelblicher, etwas rauher Bohnerz-Jaspis.
46. **Vielfachschaber** mit Spitzenretusche. Quarz.
47. **Vielfachschaber** mit Spitzenretusche. Hellgrauer, rauher Hornstein.
48. **Vielfachschaber** mit Spitzenretusche. Unterseite mit Krustenrest. Gelber, glatter Bohnerz-Jaspis.
49. **Vielfachschaber**, dick, spitzförmig. Basis mit Kratzerretusche. Gelbgrauer, rauher Hornstein.
50. **Flacher Vielfachschaber** mit Spitzenretusche und Kratzerende. Grauer, glatter, schwach kantendurchscheinender Jaspis.
51. **Vielfachschaber.** Oberseite gewölbt. Unterseite flach. Weißgrauer, etwas rauher Hornstein.
52. **Doppelschaber** mit Spitzenretusche (Doppelspitze) und schiefer Basis. Oberseite gewölbt. Unterseite flach. Grauer Jaspis.
53. **Dicker Doppelschaber** mit dreieckigem Durchschnitt. Im ganzen nur roh bearbeitet. Hellgrauer, rauher Hornstein.
54. **Dicker Doppelschaber** mit Spitze und schiefer Basis. Oberseite gewölbt mit Krustenrest. Grauer und gelblicher, glatter Jaspis.
55. **Dünnflacher Klingenkratzer** mit Schieberkanten und schiefer Basis. Grauer und bräunlicher, glatter und rauher Hornstein.
56. **Dicker Kratzer** mit Schaberkanten und schiefer Basis. Grauer und gelblicher, rauher Hornstein.
57. **Dicker Kratzer** mit Spitze und Schaberkante. Hell- und dunkelgrauer, glatter, kantendurchscheinender Jaspis.
58. **Dicker Kratzer** mit schmalem Kratzerende, Seitenkanten retuschiert, mit schiefer Basis. An Aurignactypen erinnernd. Gelblich grauer, rauher, schwach kantendurchscheinender Hornstein.
59. **Sehr hoher Kratzer** mit Steilretusche und schmalem Kratzerende und Gebrauchsretuschen an der Unterseite desselben (c). An Aurignactypen erinnernd. Grauer, glatter Jaspis.
60. **Klingenkratzer** mit Seitenretuschen. Kratzerende stumpfwinklig. Bräunlicher, rauher Hornstein. (Verkieselter Kalkstein?)
61. **Klingenkratzer** mit Seitenretuschen. Weißlicher, rauher Hornstein (Verkieselter Kalkstein?).
62. **Retuschierte dicke Klinge.** Hellgrauer und gelblicher, rauher, kantendurchscheinender Hornstein mit schwachem Fettglanz.
63. **Retuschierte Klinge** mit Hohlkerben. Hellgrauer, rauher Hornstein.
64. **Retuschierte Klinge** mit Seiten- und Spitzenretusche. Basis unbearbeitet. Gelblicher, glatter Bohnerz-Jaspis.
65. **Retuschierte flache Klinge** mit Seitenretuschen und Kratzerende. Basis etwas verdickt. Hellgrauer, rauher Hornstein.
66. **Kleiner schmaler Doppelschaber** mit Spitzenretusche. Oberseite mit Krustenrest. Gelber, glatter Bohnerz-Jaspis.
67. **Kleiner Schaber** mit Spitzenretusche. Oberseite mit Krustenrest. Grauer, glatter, schwach kantendurchscheinender Jaspis.
68. **Kleiner Schaber** mit winkliger, teilweise retuschierter Rückenkante. Grauer, gebänderter, glatter Jaspis.
69. **Kleine Spitze mit dicker Basis** und retuschierten Seitenkanten. Hellgrauer, rauher Hornstein.

70. **Kleine flache Spitze** mit gekerbten Seitenkanten. Hellgrauer, rauher Hornstein.
71. **Kleine retuschierte Klinge mit Eckspitze.** Rechte Kante an der Unterseite retuschiert (b). Grauer, gebänderter Jaspis.
72. **Kleiner Bohrer** mit Kantenretuschen. Grauer, gebänderter, glatter Jaspis.
73. **Kleiner, dicker Vielfachschaber.** Gelblicher, glatter Bohnerz-Jaspis.
74. **Kleiner Vielfachschaber** mit Spitzenretusche, rechte Kante auf der Unterfläche retuschiert (c). Hellgrauer und grauer, glatter Jaspis.
75. **Kleiner Kratzer** mit schmaler, dicker Basis. Gelbgrauer, rauher Hornstein.
76. **Kleiner Kratzer** mit bogenförmiger, retuschierter Seitenkante. Hellgrauer, glatter Jaspis.
77. **Kleine retuschierte Klinge.** Linke Kante und Unterfläche (c) retuschiert. Hellgrauer, glatter Jaspis.
78. **Kleine retuschierte Klinge.** Hellgrauer, glatter Jaspis.

## Acheulfunde von der Klausennische bei Neuessing.

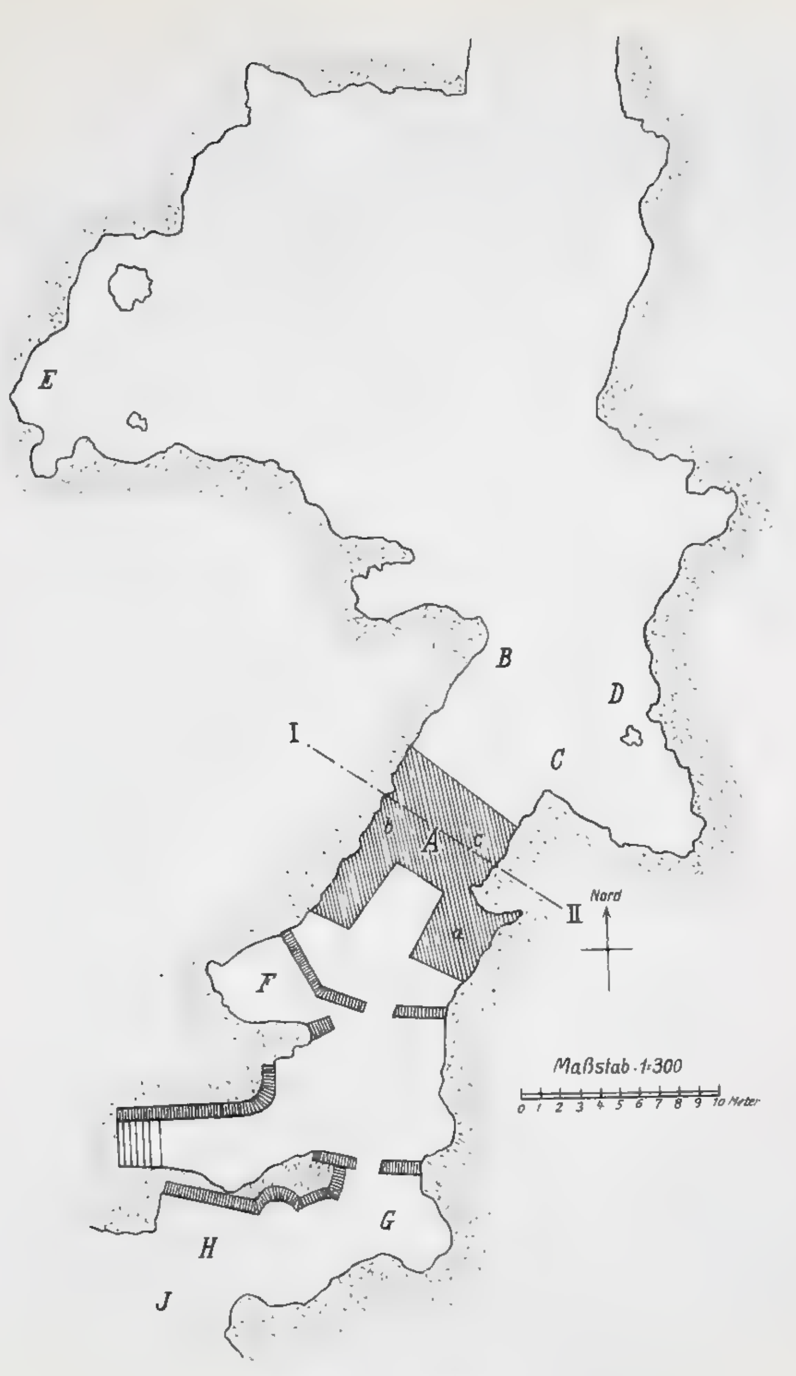
### Tafel V.

1. **Faustkeil** mit dicker Basis. Ober- und Unterseite mit Flächenretusche und Krustenresten. Hellgelber, rauher Bohnerz-Jaspis.
2. **Lanzenförmiger Faustkeil** mit winkliger Basis. Ober- und Unterseite mit Flächenretusche und Krustenresten. Grauer, glatter, gebänderter Jaspis.
3. **Spitzschaber** mit schiefer Basis. Ober- und Unterseite mit Flächenretusche und Krustenresten. Gerade Rückenkante retuschiert. Gebrauner, rauher Bohnerz-Jaspis. Weißliche Kruste.
4. **Spitzschaber** mit abgerundeter Basis. Gerade Rückenkante und Oberseite mit Krustenresten. Unterseite mit Flächenretusche. Brauner, rauher Bohnerz-Jaspis. Weißliche Kruste.
5. **Dreieckige Spitze.** Die schwach schiefe Basis und die Oberseite mit Krustenresten. Ober- und Unterseite mit Flächenretusche. Braungelber, glatter, schwach kantendurchscheinender Bohnerz-Jaspis. Weißliche Kruste.
6. **Spitze** mit winkliger Basis, zum Teil abgebrochen. Ober- und Unterseite mit Krustenresten. Braungelber, glatter Bohnerz-Jaspis. Weißliche Kruste.
7. **Schmallange Spitze.** Basis und Oberseite mit Krustenresten. Unterfläche mit Flächenretusche. Graubrauner, rauher Bohnerz-Jaspis. Weißliche Kruste.

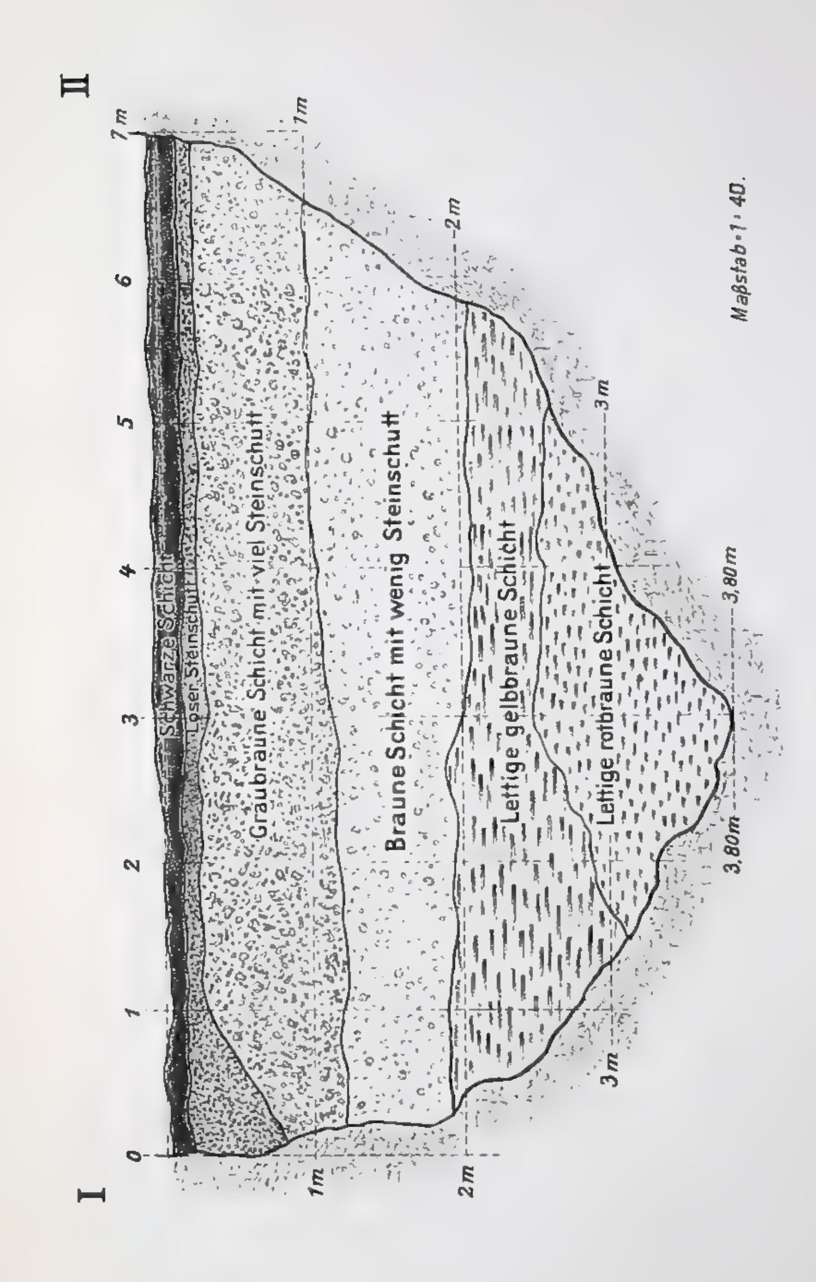



**Karte des unteren Altmühltales.**

Maßstab 1:100 000 0 1 2 3 4 5 Km.




**Grundriss des Schulerloches.**



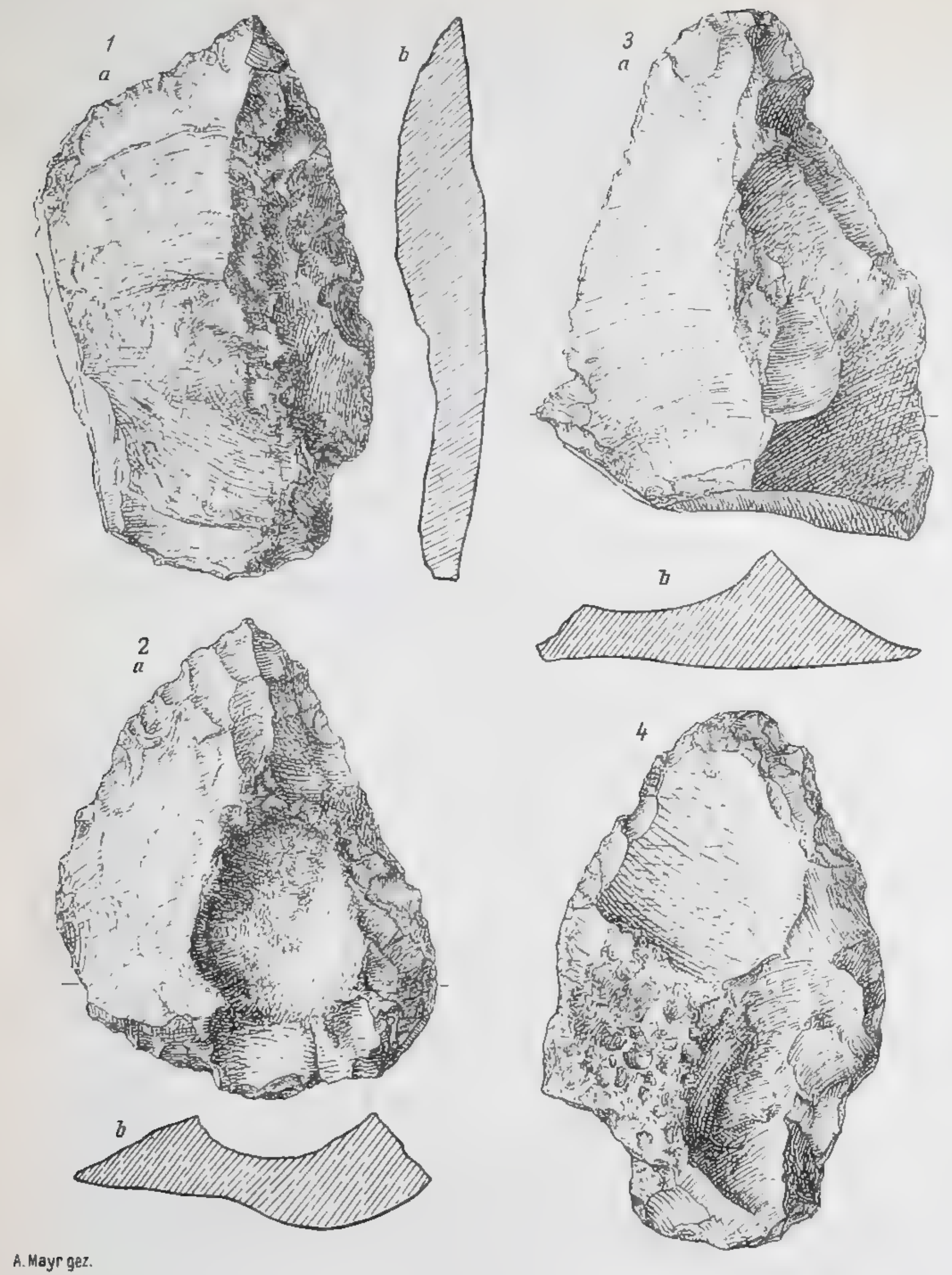

Durchschnitt durch die Wohnschichten des Schulerloches.



Repr. u. gedr. bei Hubert Köhler, München, Blütenst. 13.

# Moustierfunde aus dem Schulerloch.

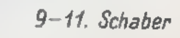


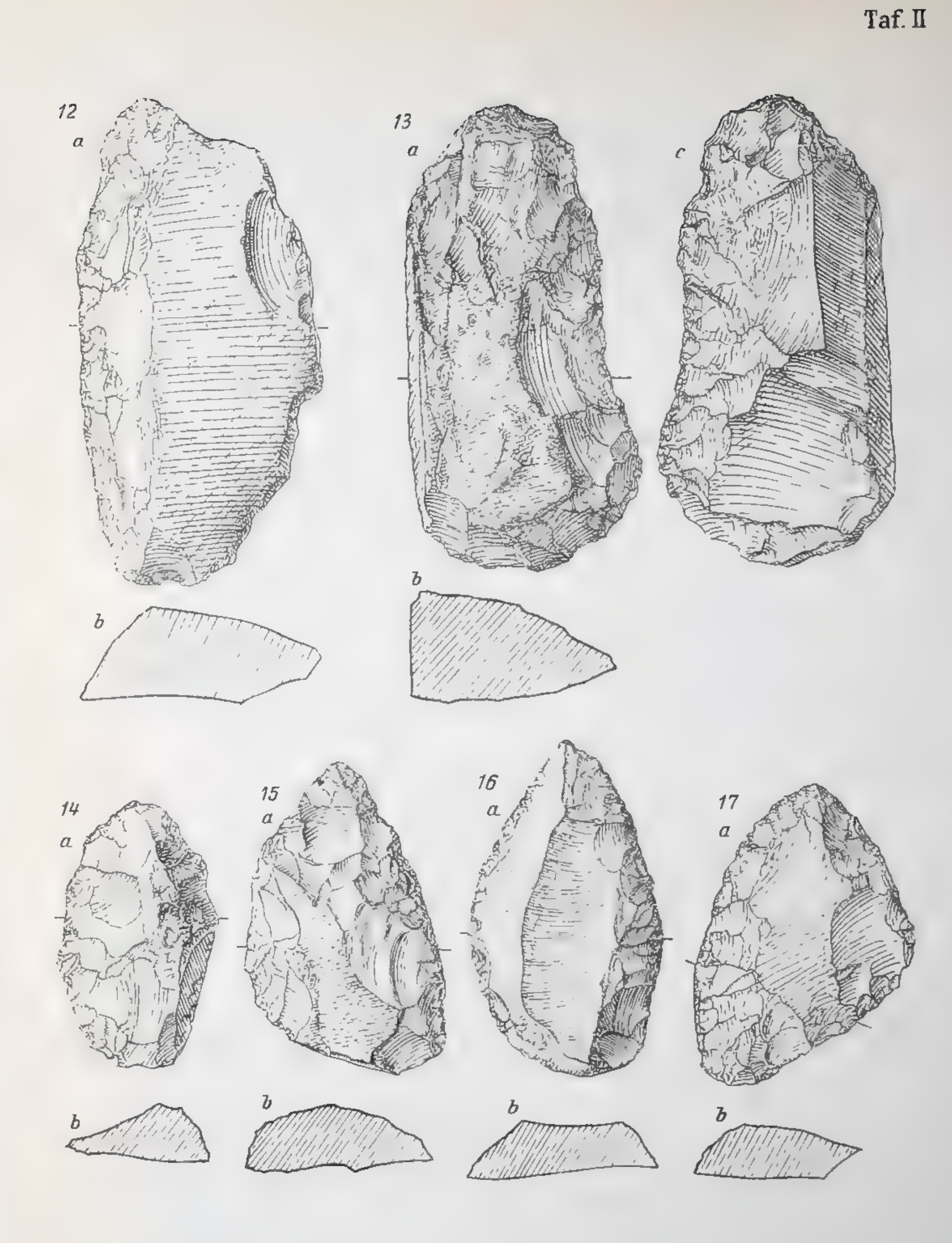











5 a b c 6 a b c 7 a b 8 a c b 9 a c b 10 a b 11 a b

A. Mayr gez.

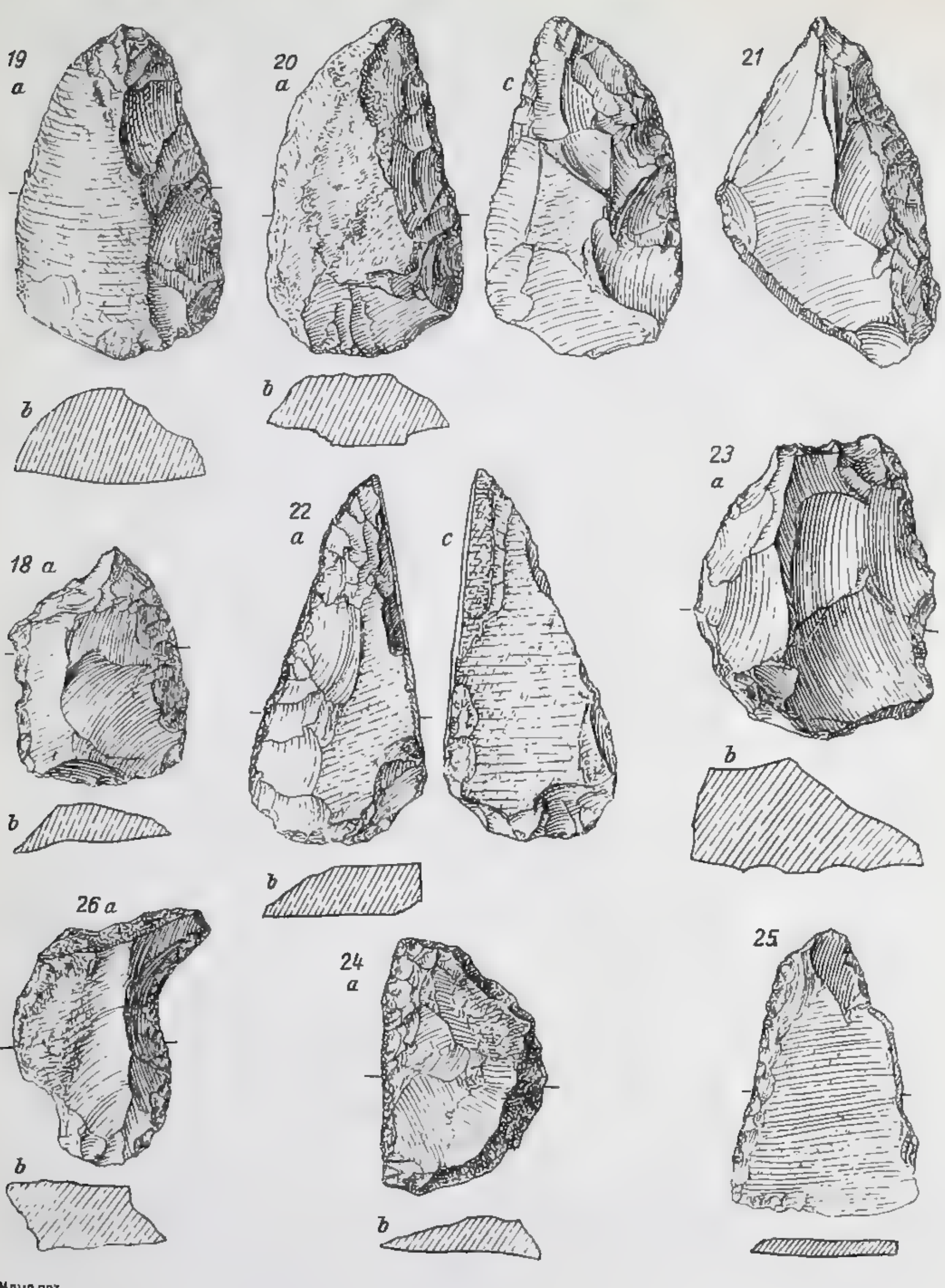
1–4. Levalloisklingen. 5–6. Keilchen. 7. Doppelspitze. 8. Rundkratzer. 9–11. Schaber 12–14. Schaber 15–17. Spitzschaber.



Repr. u. gedr. bei Hubert Köhler, München, Blütenst. 13.

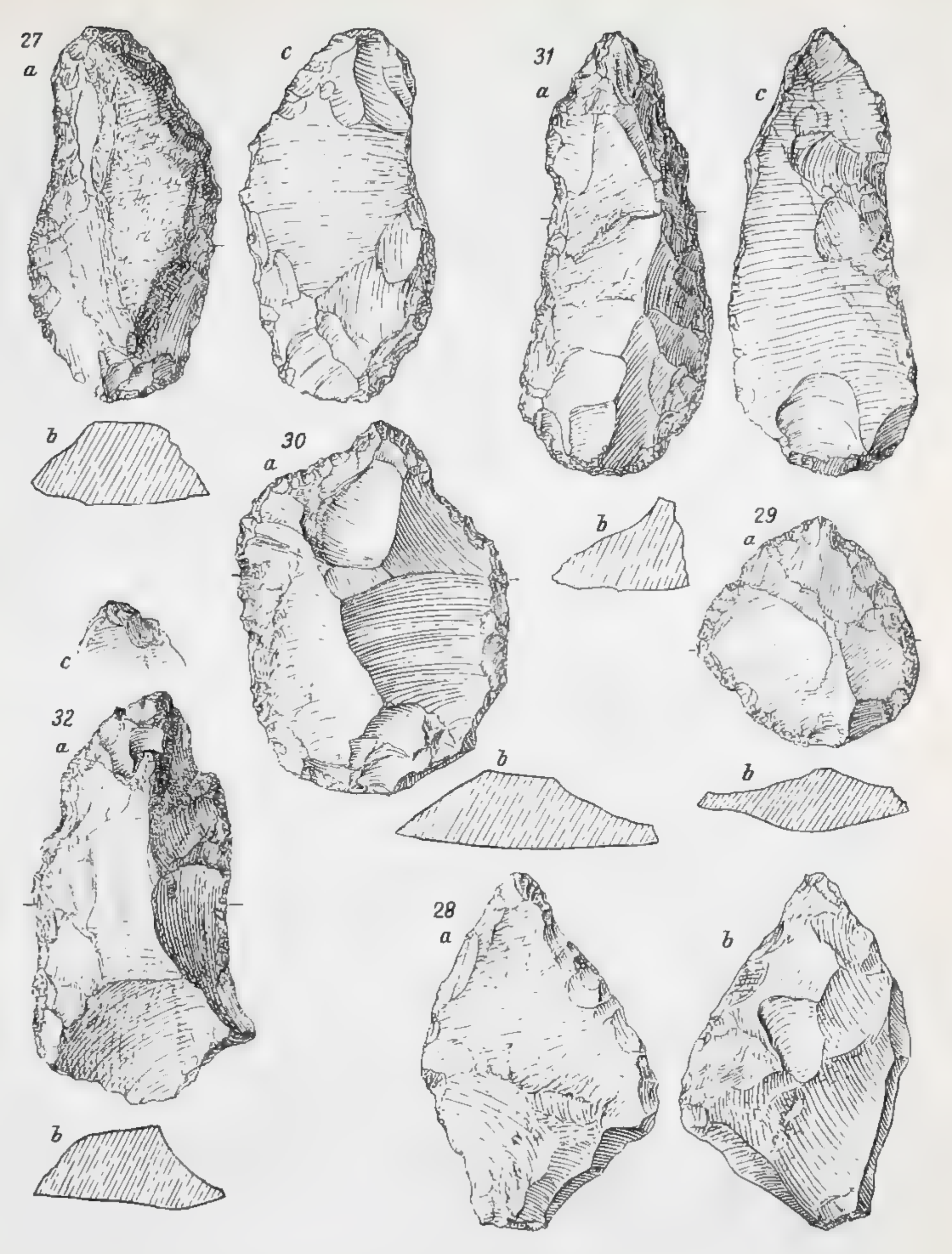
## Moustierfunde aus dem Schulerloch.



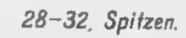



A. Mayr gez

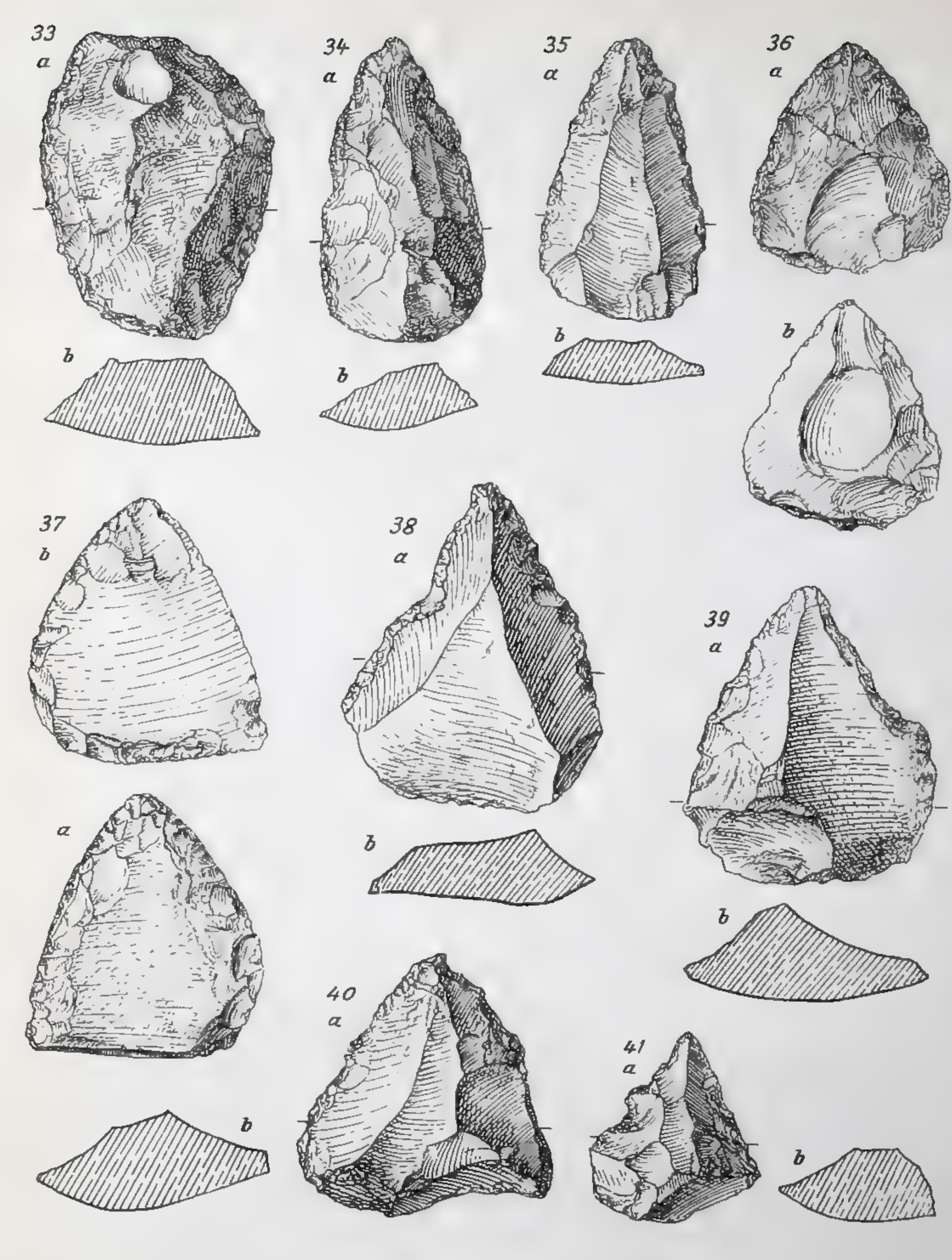
18–19, Spitzschaber. 20–25, Sägeschaber. 26, Hohlschaber.




27, Hohlschaber.



28–32, Spitzen.



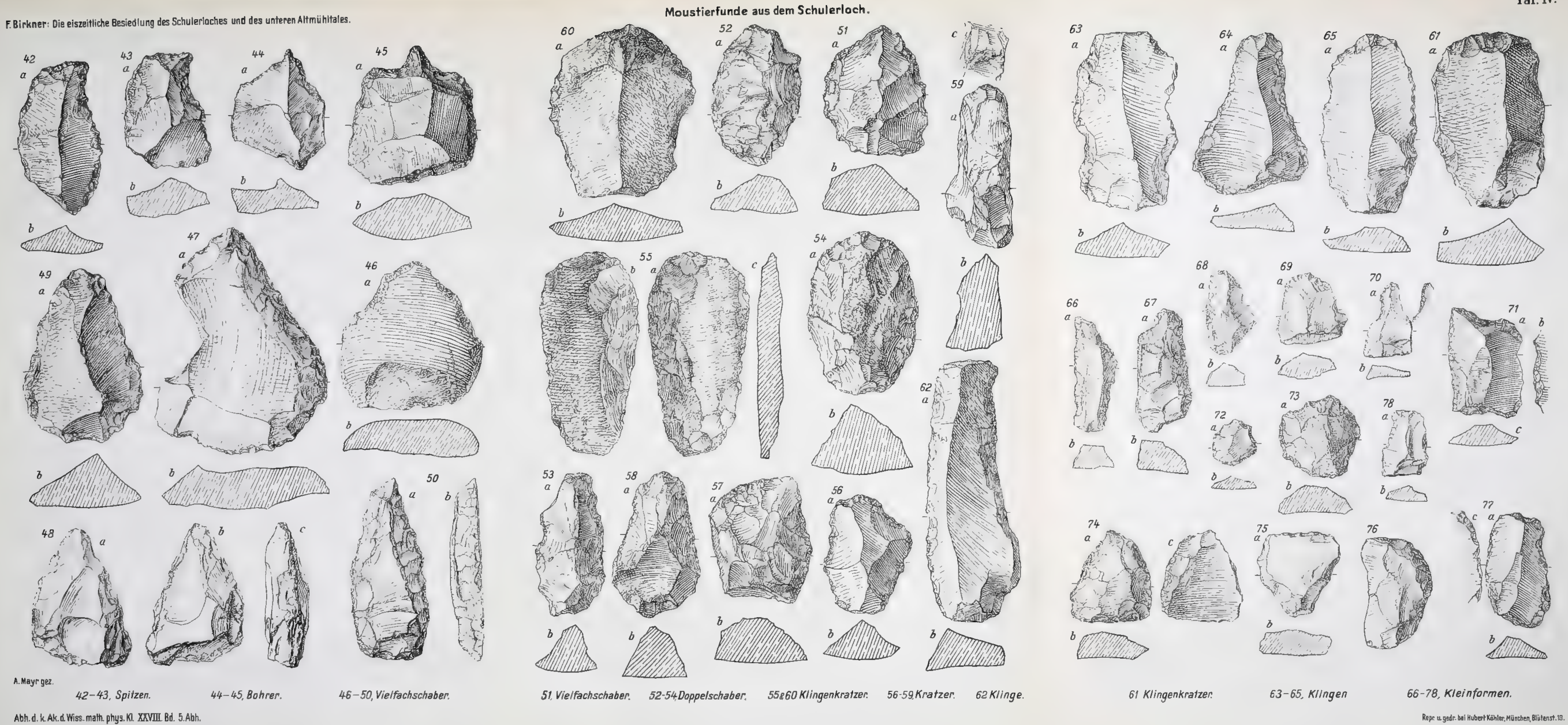

33–41, Spitzen.



Repr. u. gedr. bei Hubert Köhler, München, Blütenst. 13

# Moustierfunde aus dem Schulerloch.





A. Mayr gez.

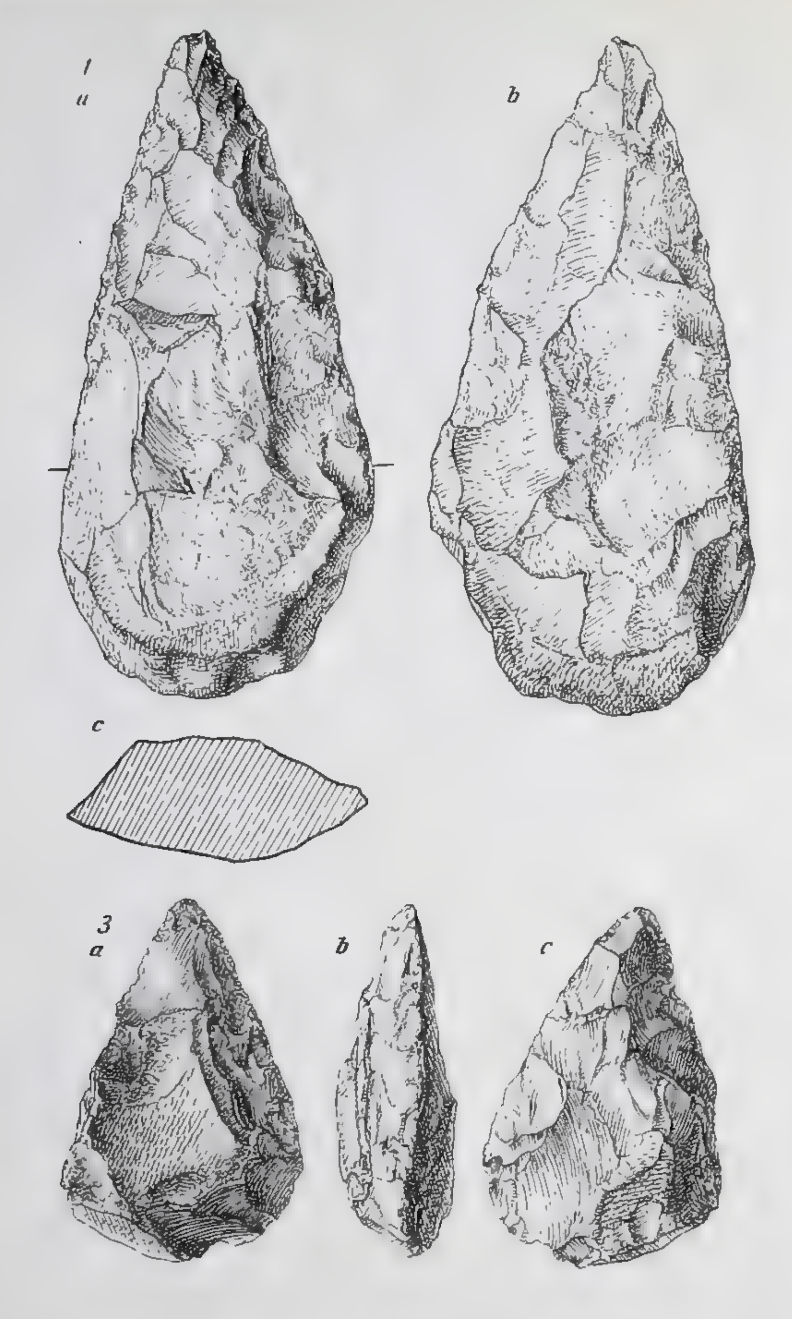
42–43, Spitzen. 44–45, Bohrer. 46–50, Vielfachschaber. 51, Vielfachschaber. 52–54, Doppelschaber. 55 & 60 Klingenkratzer. 56–59, Kratzer. 62 Klinge. 61 Klingenkratzer. 63–65, Klingen. 66–78, Kleinformen.

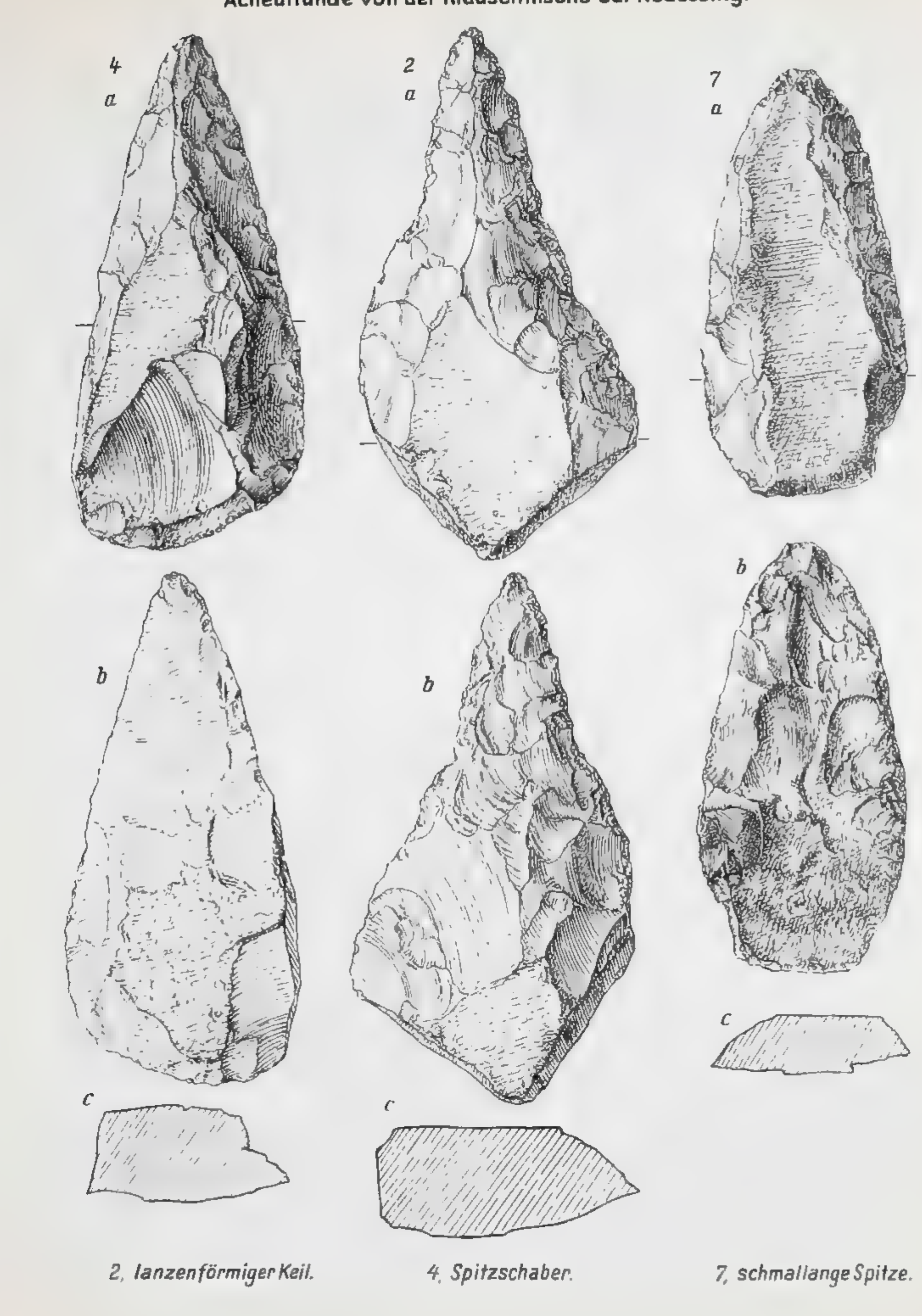


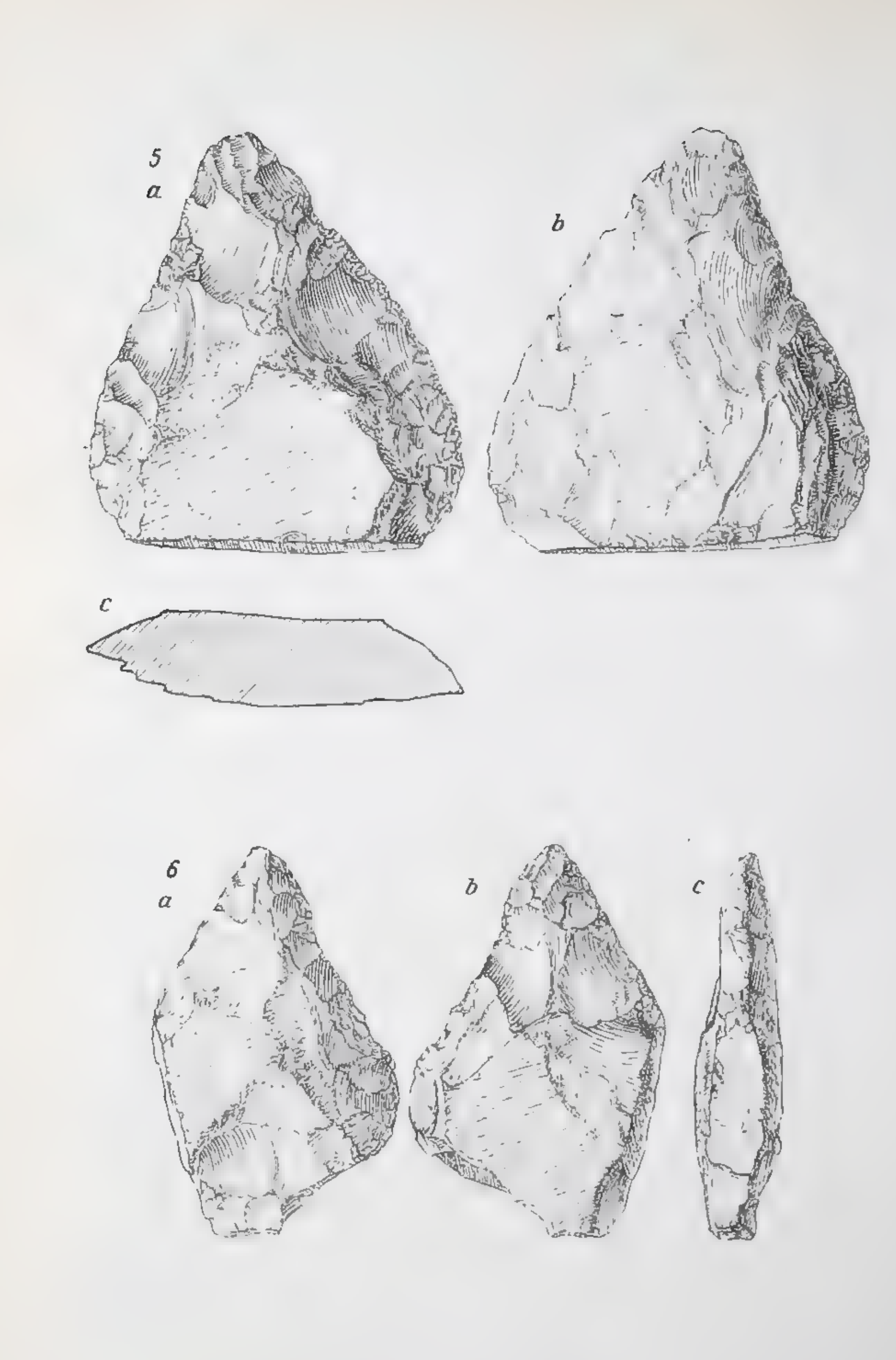
Repr. u. gedr. bei Hubert Köhler, München, Blütenst. 13.

Acheulfunde von der Klausennische bei Neuessing.






A. Mayr gez.

1. Faustkeil. 3. Spitzschaber. 2. lanzenförmiger Keil. 4. Spitzschaber. 7. schmallange Spitze. 5–6. Spitzen.



Repr. u. gedr. bei Hubert Köhler, München, Blütenst. 13

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 6. Abhandlung

---

# Neue Funde fossiler Säugetiere
## in der Eichstätter Gegend

von

**Max Schlosser**

Mit 6 Tafeln

Vorgelegt am 1. Juli 1916

---

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Der Name Eichstätt hat schon seit geraumer Zeit in der Paläontologie einen guten Klang als Fundplatz zahlreicher und meist auch vortrefflich ererhaltener Versteinerungen. Die Haupttypen der hier vorkommenden Tintenfische, Ammoniten, Insekten und Fische wird man fast in jeder bedeutenderen Sammlung antreffen. Viel seltener sind allerdings Schildkröten, Krokodilier, Ichtyosaurier, Sphenodonartige Eidechsen und Flugsaurier und namentlich der Urvogel *Archaeopteryx*. Sie sind es, denen Eichstätt in erster Linie seine Berühmtheit in den Kreisen der Paläontologen zu verdanken hat.

So formenreich nun auch die im lithographischen Schiefer überlieferte ausgestorbene Tierwelt ist, so fehlt bis jetzt noch immer ein Bestandteil der damaligen Fauna, nämlich die Säugetiere, die doch in England und Nordamerika nicht nur in ungefähr gleichalterigen, sondern sogar schon in noch älteren Schichten vorkommen. Daß sie bisher nur zufällig selbst der bekannten Aufmerksamkeit der Steinbrucharbeiter entgangen sein sollten, halte ich für nicht sehr wahrscheinlich, ich möchte eher glauben, daß ihnen das benachbarte fränkische Festland, von welchem jedenfalls die im lithographischen Schiefer begrabenen Landtiere stammen, überhaupt nicht zugänglich war.

Erst im Tertiär treten auch in der Eichstätter Gegend Säugetiere auf. Ihre Erhaltung ist freilich in den meisten Fällen überaus dürftig, denn fast immer sind nur isolierte Zähne und die massivsten Knochen — Fußwurzelknochen, Gelenkenden von Röhrenknochen und meist sehr fragmentäre Unterkiefer — erhalten geblieben, aber trotzdem war es möglich, eine verhältnismäßig große Anzahl Arten und Gattungen und zwar aus mindestens sechs Stufen des Tertiärs nachzuweisen. Auch einige Arten aus dem Pleistocän fanden sich unter dem vorhandenen Material, das zum Teil zusammen mit der Leuchtenbergischen Sammlung vor ungefähr 60 Jahren in den Besitz des Münchner paläontologischen Museums gelangte.

Daß diese so unansehnlichen Reste überhaupt zutage gefördert werden konnten ist lediglich dem lebhaften Steinbruchbetrieb zu verdanken, in früherer Zeit hat auch der Abbau der Bohnerze manches zu dieser Ausbeute beigetragen.

Während sonst Säugetierreste in mehr oder weniger mächtigen, auf größere Strecken verbreiteten Süßwasserablagerungen eingebettet sind, so daß nicht selten sogar eine planmäßige Ausgrabung sich verlohnt, wären sie hier ohne jene industrielle Tätigkeit wohl überhaupt nie zum Vorschein gekommen, denn mit der einzigen Ausnahme der obermiocänen Süßwasserablagerungen von Adelschlag, sind es keine eigentlichen Schichten, welche hier die Zähne und Knochen einschließen, sondern nur lehmige und bolusartige Ausfüllungen von Spalten im Jurakalk, deren Vorhandensein ohne den Steinbruchbetrieb und den ehemaligen Bergbau niemals ermittelt worden wäre.

Ich habe schon früher[1]) die bis dahin gefundenen Säugetierreste aus der Eichstätter Gegend untersucht und konnte damals folgende Arten ermitteln, die sich auf mindestens sechs Stufen des Tertiärs verteilen und von den nachgenannten Lokalitäten stammen:

### Bohnerz von Heidenheim am Hahnenkamm.

*Lophiodon rhinocerodes* Rütimeyer. Mitteleocän. Oberstes Lutetien.
*Palaeotherium aff. medium* Cuv. Obereocän. Ludien.
*Diplobune* cfr. *secundarium* Cuv.[2]) sp. Obereocän. Ludien.

### Grobschwart bei Raitenbuch.

| | |
|---|---|
| *Palaeotherium* cfr. *medium* Cuv. Obereocän? Oberstes Lutetien. | Bohnerz. |
| *Bos primigenius* Boj. Pleistocän. | |
| *Rangifer tarandus* Linn. sp. | sicher nicht aus Bohnerzlehm. |
| *Elephas primigenius* Blumb. | |

*Equus* anscheinend zwei Arten, nur ein Teil aus Bohnerzlehm.

### Pappenheim.

| | | |
|---|---|---|
| *Pseudosciurus suevicus* Hensel, | Unteroligocän. | |
| *Diplobune bavaricum* Fraas. | | |
| *Amphicyon* cfr. *lemanensis* Pom. | Bohnerz von Grafenmühle. | Untermiocän. |
| *Amphicyon* cfr. *giganteus* Laur? | | |
| *Palaeochoerus typus* Pom. | ohne nähere Angabe | Untermiocän. |
| *Caenotherium* | | „ |
| *Amphitragulus* cfr. *Feignouxi* Pom. | | „ |
| *Dremotherium elegans* Pom. | | „ |
| *Protapirus priscus* Filh. | | Oligocän. |
| *Diceratherium Zitteli* Schloss. | | „ |
| *Cynodon?* | Weinberg bei Pappenheim. | Oligocän. |
| *Pachycynodon?* | | „ |

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Säugetierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Geologische und paläontologische Abhandlungen, herausgegeben von E. Koken. Jena 1902, p. 139.

[2]) Zwei Zähne im Stuttgarter naturhistorischen Museum.

Spalte im lithographischen Schiefer von Solnhofen.[1]) Mittelmiocän.

*Prolagus oeningensis* Koenig sp.
*Sciurus* sp.
*Pseudosciurus?*
*Teutomanis, Galliaetatus Ameghino.*
*Amphicyon socialis* Schloss.
*Cephalogale* sp.
*Stenoplesictis Grimmi* Schloss.
*Palaeogale.*
*Mastodon angustidens* Cuv. var. *turicensis.*
Vogel — *Galline* (Metacarpus)-, Schildkröten, — *Emyde*-, Schlangenwirbel, *Salamandra.*
*Brachypotherium aurelianense* Nouel sp.
*Listriodon* sp.
*Choerotherium sansaniense* Lart.
*Caenotherium* sp.
*Palaeomeryx annectens* Schloss.
*Palaeomeryx simplicicornis* Schloss.
*Palaeomeryx* sp. Größe des *Amphitragulus Boulangeri* Pom.

Dieses Material wurde von Herrn W. Grimm, früher Verwalter in Solnhofen, gesammelt und von ihm der Münchner paläontologischen Staatssammlung geschenkt. Die Knochen lagen in einem grünlichen, mit kleinen Quarzkörnchen gemischten Letten.

Die Spaltausfüllung im oberen weißen Jura von Großmehring bei Ingolstadt lieferte nur: *Mastodon angustidens* Cuv. Mehrere zu einem Individuum gehörige Backenzähne.

Obermiocäne Süßwasserablagerung von Adelschlag[2]) aus der Schafhäutlschen geologischen Sammlung neuerdings untersucht:

*Cervus lunatus* v. Mey. Zähne.
*Palaeomeryx furcatus* Hensel. Zähne und Knochen.
*Palaeomeryx Kaupi* v. Mey. Magnum und Metatarsus.
*Rhinoceros steinheimensis* Jaeg.? Ein sehr kleines linkes Trapezoid.
*Chalicomys* sp. Humerus.
*Diplocynodon.* Zähne, Kiefer, Knochen.
*Testudo antiqua* Bronn. Platten.
*Clemmys guntiana* Roger. Platten.
*Trionyx* sp.
*Protropidonotus.* Wirbel.
*Palaeobatrachus.* Humerus.

Zu diesen älteren Funden kamen nun in den letzten Jahren drei neue, die noch dazu vor den früheren den Vorzug haben, daß die Lagerungsverhältnisse genau ermittelt werden konnten, wodurch auch die Möglichkeit gegeben war, unter Benützung der durch die Knochenzahl repräsentierten Individuen allerlei biologische Resultate zu erzielen.

---

[1]) Notizen über einige Säugetierfaunen aus dem Miocän von Württemberg und Bayern. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Beilage Bd. IX 1904, p. 485—502.

[2]) Leider ist über diese Ablagerung nichts näheres bekannt. Die braune Farbe der Knochen spricht für eine Ablagerung unter Wasser, womit auch die Beschaffenheit der spärlichen noch anhaftenden Gesteinspartikel gut im Einklang steht. Es ist nämlich ein Süßwassermergel ähnlich dem Mergel mit *Helix sylvana*, welchen Herr Dr. Schneid in Moritzbrunn gefunden hat.

Diese drei neuen Fundplätze sind:

1. Eine Felsspalte im südlichen Lithographiesteinbruch von Mörnsheim.
2. Eine Felsspalte im Juradolomit von Attenfeld zwischen Neuburg a. D. und Eichstätt.
3. Die Höhle bei Buchenhüll östlich von Eichstätt.

## Die Spaltenausfüllung im Lithographiesteinbruch von Mörnsheim.

Im Frühling 1915 brachte mir Herr W. Grimm, Verwalter im Maxbruch von Solnhofen eine freilich nur geringe Anzahl Kiefer und Extremitätenknochen, die er der Münchner paläontologischen Sammlung als Geschenk überließ, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

Unter diesem Materiale ließen sich zwei Arten von marderartigen Raubtieren feststellen, die sich auf zwei Gattungen verteilen. Die meisten, aber kleineren Kiefer und Knochen gehören der Gattung *Palaeogale* an, die größere, *Plesictis*, ist leider nur durch einen Unterkiefer, einen Eckzahn und einige Knochen vertreten. Von einem dritten noch größeren, aber nicht näher bestimmbaren Marder liegt nur ein Schwanzwirbel vor. Bruchstücke eines Femur dürfen allenfalls auf *Pseudosciurus*, einen Nager, bezogen werden.

Was diesem Funde besondere Wichtigkeit verleiht, ist der Umstand, daß er uns Auskunft gibt über die Lebensweise und sogar über die wahrscheinliche Todesursache dieser Tiere. Wir haben allen Grund anzunehmen, daß diese Marder wie ihre lebenden Verwandten in Felsklüften hausten und bei einem Wolkenbruch durch den vom Juraplateau in die Spalten eingeschwemmten Schlamm verschüttet wurden und so durch Ersticken ihren Tod fanden. Daß diese Tierreste nicht als bereits isolierte Knochen und Kiefer in die Spalte geraten sind, ist mir überaus wahrscheinlich, denn bei einem solchen Transport wären die zierlichen Knochen sicher nicht so gut erhalten und vor allem würde die Zahl der Extremitätenknochen der Zahl der Kiefer, den widerstandsfähigsten Knochen nicht so gut entsprechen, wie das hier der Fall ist. Die Zahl der ersten steht zwar hinter jener der Kiefer zurück, aber bei weitem nicht in dem Maße wie bei solchen Resten, die einen Transport erlitten haben. Ich zweifle nicht daran, daß zu der Zeit, als diese Spalte durch den Steinbruchbetrieb angeschnitten wurde, bei sachkundiger Aufsammlung noch wesentlich mehr Knochen und sicher auch wenigstens isolierte Oberkieferzähnchen zum Vorschein gekommen wären, allein Herr Grimm hat diese Knöchelchen leider erst einige Monate nach der Entdeckung vom Vorarbeiter erhalten.

### *Palaeogale felina* Filhol.[1]) Taf. I Fig. 9.

Das vorliegende Material besteht aus drei fast vollständigen linken und drei nur in Bruchstücken vorhandenen rechten Unterkiefern, aus einem rechten und zwei linken Humeri, aus zwei Bruchstücken von Ulna, aus zwei linken Femora, aus einer schadhaften Tibia, aus zwei Pelvisfragmenten und einem Lendenwirbel. Von diesem Material sind allerdings nur drei Unterkiefer und ein Humerus so vollständig geblieben, daß sie sich zur Beschreibung eignen, während die übrigen Kiefer nur einen oder mehrere Zähne enthalten.

Die Gattung *Palaeogale* mit 3.1.4.2. ist charakterisiert durch den langen schlanken Unterkiefer mit ziemlich vorwärts geneigtem Canin, durch vier sehr dünne zierliche Prämolaren, von denen der vorderste, sehr kleine $P_1$ nur eine Wurzel besitzt, und der hinterste — $P_4$ — sich von den beiden mittleren ebenfalls zweiwurzeligen $P$ durch die Anwesenheit eines hinteren Nebenzackens unterscheidet, ferner durch das kurze schneidende Talonid, durch das Fehlen des Innenzackens — Metakonid — am ersten Molar — $M_1$ — und durch die Zweiwurzeligkeit des kleinen, schneidend ausgebildeten aber dreiteiligen zweiten Molaren — $M_2$. Der Unterkiefer gleicht eher dem einer Zibetkatze als dem eines Marders. Der Humerus ist fast gerade und an allen Stellen nahezu gleich dick. Die Rolle ist sehr niedrig und die Entepicondylarspange inseriert sehr weit unten an der Diaphyse.

Von dem Schlosserschen Originalexemplare aus den Phosphoriten von Quercy unterscheiden sich die besseren Stücke durch geringe Abweichungen in den Maßen der einzelnen Zähne, die aber nur als individuelle Differenzen aufzufassen sind und wohl kaum die Aufstellung einer neuen Spezies rechtfertigen würden.

| | | |
|---|---|---|
| Länge der Zahnreihen $P_1$—$M_2$ | = 17,8 mm resp. 17,5 mm | |
| „ der vier $P$ | = 12,5 „ „ 11,5 „ | |
| „ des $M_1$ | = 5 „ „ 4,8 „ | |
| „ „ Unterkiefers | = 30 mm | |
| „ „ Humerus | = 30 „ | Breite am distalen Ende = 8 mm |
| „ „ Femur | = 36? „ | Breite am proximalen Ende, Caput und Trochanter = 7 mm. |

Die Gattung *Palaeogale* reicht vom Oligocän bis in das Obermiocän.

---

[1]) Filhol, H. F., Récherches sur les phosphorites du Quercy. Annales des sciences géologiques, Tome VIII 1877, p. 39, Pl. X Fig. 334, 335. — Schlosser, M., Die Affen ... und Carnivoren des europäischen Tertiärs. Beiträge zur Paläontologie, herausgegeben von Neumayr und Mojsisovics. Wien, Bd. VII 1888, p. 157 (381), Taf. VIII Fig. 14.

**Plesictis pygmaeus** Schlosser.[1]) Taf. I Fig. 8.

Zu dieser bisher nur aus den Phosphoriten von Quercy (Südfrankreich) bekannten Art stelle ich ein Fragment eines linken Unterkiefers mit $P_4$ und $M_1$, zwei Humeri, zwei Ulnae, ein Femurbruchstück und einen isolierten Canin.

Die Gattung *Plesictis* mit 3.1.4.2. ist auf Oligocän und Untermiocän beschränkt und der Vorfahre der im Obermiocän beginnenden rezenten Gattung *Martes*, von der sie sich durch den schlankeren Kiefer, den zweiwurzeligen $M_2$, den höheren $M_1$, sowie durch deren noch etwas an primitive Caniden erinnernden Bau, besonders aber durch den Besitz eines zweiten oberen $M$ unterscheidet. Sie hat aber mit ihr die Anwesenheit eines Innenzackens — Metakonid — und den grubigen Bau des Talonids am unteren $M_1$ gemein. Da noch ein oberer $M^2$ vorhanden ist, zeigt $M^1$ eine viel ursprünglichere Beschaffenheit, was sich namentlich in der geringen Entwicklung eines inneren Basalwulstes äußert.

Der vorliegende Kiefer stimmt in der Grösse sehr gut mit dem von *Plesictis pygmaeus* aus den Phosphoriten von Quercy überein, die geringe Abweichung darf als individuelle Verschiedenheit abgefaßt werden.

Länge der unteren Zahnreihe — $P_1$ — $M_2$ = 20? mm.
Länge der vier $P$ = 13 mm, Länge des $M_1$ = 5,9 mm, Höhe desselben = 4 mm.
Länge des Humerus = 39? mm. Breite desselben am distalen Ende = 10 mm.

Außer den genannten beiden Musteliden scheint noch ein dritter vorhanden gewesen zu sein, der aber nur durch einen Schwanzwirbel angedeutet wird und außerdem ein Nager, von dem nur ein Femur vorliegt. Es hat große Ähnlichkeit mit dem von *Pseudociurus*, einer sehr primitiven Form, von der ein Unterkiefer in den Bohnerzen von Pappenheim gefunden wurde.

Alle bestimmbaren Säugetierreste aus der Mörnsheimer Spalte gehören also Arten an, die im Oligocän vorkommen. Diese Altersbestimmung steht auch im Einklang mit der Beschaffenheit des Spaltenlehms, in welchem die Kiefer und Knochen eingeschlossen waren. Er gleicht ganz dem Bohnerzlehm vom Eselsberg bei Ulm und zeigt ebenfalls unmittelbar neben einander gelbe und rote Partien, der Unterschied besteht nur darin, daß die Ulmer Spaltausfüllung nachträglich durch Kalksinter verfestigt wurde. An beiden Lokalitäten haben auch die Knochen die nämliche weiße Farbe, ein Zeichen, daß sie vor ihrer Fossilisation niemals unter Wasser waren. Sehr groß ist auch die Ähnlichkeit mit dem Erhaltungszustand der Säugetiere aus dem jüngsten Phosphoriten von Quercy, namentlich mit jenen

---

[1]) Schlosser, M., l. c. 1888, p. 134 (358), Taf. VIII Fig. 46, 54, 57.

von Mouillac, Dep. Tarn et Garonne, von wo ja noch dazu das Original von *Plesictis pygmaeus* stammt. Die Bohnerze von Eselsberg bei Ulm entsprechen der Zeit nach etwa den mitteloligocänen Süßwassermergeln von Ronzon, Haute Loire, die jüngsten Phosphorite entstanden in einer späteren Zeit, sie entsprechen ihrer Fauna nach dem Aquitanien mit *Anthracotherium magnum.*

## Die Spaltausfüllung im Juradolomit von Attenfeld.

Im Frühjahr 1914 erhielt die Münchner paläontologische Sammlung vom K. Bayer. Generalkonservatorium für Kunstdenkmale und Altertümer Bayerns eine größere Anzahl von Wirbeltierresten, die am Hang des Galgenberges nördlich von Attenfeld bei der Durchforschung einer Grabstätte zum Vorschein gekommen waren. Schon öfters hatte die paläontologische Sammlung dieser Behörde Funde von fossilen Tieren zu verdanken, doch waren es bis dahin immer vereinzelte Knochen oder Zähne und meistens aus dem Pleistocän, während diesmal eine ziemlich artenreiche Fauna des jüngeren Miocän zutage gefördert wurde, die hier wohl nie vermutet worden wäre und nur durch diesen glücklichen Zufall entdeckt wurde.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Generalkonservatorium für Kunstdenkmale und Altertümer Bayerns meinen verbindlichsten Dank für die Aufsammlung und Überweisung dieser Funde auszusprechen. Sehr viel Dank schulde ich auch Herrn Lehrer Franz Wegmann und seiner Gattin in Attenfeld, welche das noch in der Spalte vorhandene Material von Zeit zu Zeit durchsuchten und die Tierreste an die paläontologische Sammlung einsandten.

Was die Fundstelle betrifft, so ist sie räumlich die kleinste, mit der ich bis jetzt zu tun hatte, denn die größte Ausdehnung in Länge und Breite dürfte auch vor der Aushebung der Grabstätte nicht viel mehr als 2 Meter betragen haben und die Tiefe nur etwa 1 Meter. Soweit sich der Umriß bei meinem ersten Besuch der Lokalität noch feststellen ließ, scheint er ursprünglich ungefähr oval gewesen zu sein, der Durchmesser verjüngte sich nach unten etwa auf die Hälfte. Trotzdem also der Inhalt dieser Felsspalte im Dolomit ein recht geringer ist, erscheint die Menge der darin eingeschlossenen Tierreste doch sehr bedeutend. Sie sind offenbar nicht zusammengeschwemmt und von weiterher transportiert worden, sie stammen vielmehr von Tieren, die an Ort und Stelle zugrunde gegangen sind, denn bei einer Verfrachtung selbst auf eine nur kurze Strecke wären sicher nicht die vielen meist winzigen

Knöchelchen und Zähnchen erhalten geblieben, unter denen noch dazu nicht selten paarige Stücke von ein und demselben Individuum sich ermitteln lassen.

Natürlich ist seit dem Obermiocän, in welcher Zeit die Ausfüllung der Spalte vor sich ging, und der Gegenwart ein beträchtlicher Teil der Oberfläche des Juraplateaus, also von dem die Spalte umgebenden Dolomit und wahrscheinlich auch von dem Füllmaterial der Spalte, durch Abrasion und Deflation abgetragen worden, aber von den Knochen wenigstens der kleinen Tiere scheint dabei verhältnismäßig nicht allzuviel verloren gegangen zu sein, weil sie nach dem Zerfallen des Kadavers zu Boden sanken und sich im Grund der Spalte anhäuften.

Wir haben uns die ursprünglichen Verhältnisse etwa so vorzustellen, daß die Spalte sich nach oben trichterförmig erweitert und so einen mit Wasser gefüllten Tümpel gebildet hat, wie sie noch jetzt auf dem Juraplateau keineswegs selten sind. Diese Wasserstelle wurde von den Tieren aufgesucht, wo sie dann, sei es daß sie wegen der Steilheit des Uferrandes hinabrutschten, oder auf einem von Wasserpflanzen gebildeten Rasen einsanken und sich darin verstrickten, durch Ertrinken ihren Tod fanden.

An einen wirklichen größeren Teich ist nicht zu denken, denn sonst würden sich auch viele Überreste von wasserbewohnenden Schildkröten — *Clemmys, Trionyx* — und wohl auch von *Chalicomys*, dem in eigentlichen Süßwasserablagerungen nie fehlenden obermiocänen Biber, und selbst von *Diplocynodon*, einem Krokodil, finden, die alle im Miocän von Adelschlag in nur etwa 6—7 Kilometer Entfernung zum Vorschein gekommen sind. Hier dagegen gehören die Schildkrötenreste, obwohl sie der Menge nach fast die Hälfte des ganzen Wirbeltiermateriales bilden, bis auf einen fast verschwindenden Teil von Platten, die zu *Clemmys* gestellt werden müssen, der Landschildkrötengattung *Testudo* an und zwar der für das Obermiocän charakteristischen *Testudo antiqua* Bronn. Daß Landschildkröten mit ihrem schweren, dicken Panzer wenn sie sich nicht mehr aus dem Wasser herausarbeiten können, durch Ertrinken zugrunde gehen, bedarf keiner näheren Begründung.

Welche der beiden möglichen Ursachen, Steilheit der Uferböschung oder Vorhandensein eines Rasens von Wasserpflanzen, hier das Entkommen verhindert und so den Tod der Tiere bewirkt hat, läßt sich allerdings nicht entscheiden, denn der in Betracht kommende oberste, als Tümpel ausgebildete Teil der Spalte ist infolge der Ablation verschwunden und die Existenz eines Rasens ist auch nicht direkt durch Pflanzenreste nachweisbar, wenigstens fand ich weder *Chara*- noch *Potamageton*-Früchte in dem Ausfüllungsmaterial der Spalte, aber dies ist auch noch lange kein Gegenbeweis, denn solche Früchte kann

man immer nur in mergeligen oder kalkigen, also stets nur in ursprünglich schlammigen Süßwasserschichten erwarten, während hier das Gesteinsmaterial der Spaltausfüllung in der Hauptsache aus Dolomitsand besteht, dem sogar noch größere oder kleinere Dolomitbrocken beigemengt sind. Lehmige Partikel fehlen zwar nicht, sie bleiben aber an Quantität erheblich hinter dem rauhen sandigen Materiale zurück. Vereinzelt finden sich auch Bohnerzkörner. Das Gesteinsmaterial ist also vorwiegend das Verwitterungsprodukt der Spaltenwände, nur die lehmigen Partikel, welche der Masse die gelbe oder gelbbraune Farbe verleihen, sind vom Juraplateau abgespült und in die Spalte eingeschwemmt oder aber vom Winde hereingeweht worden, wo sie dann mit den herabsinkenden Tierknochen und dem abblätternden sandigen Verwitterungsprodukt des Dolomits vermengt und nachträglich mit ihnen durch fein verteilten Kalksinter zu einem ziemlich festen Gebilde zusammengebacken wurden.

Unter dem aufgesammelten Wirbeltiermateriale konnte ich folgende Arten nachweisen:

*Anchitherium aurelianense* Cuv. sp.
*Rhinoceros (Ceratorhinus) sansaniensis* Lartet
*Palaeomeryx Bojani* v. Meyer
„ *(Dicrocerus) furcatus* Hensel
„ *(Lagomeryx) cfr. Meyeri* Hofmann
„ „ *parvulus* Roger
„ „ *pumilio* Roger
*Dorcatherium crassum* Lartet
*Hyotherium Soemmeringi* v. Meyer
*Palaeogale ultima* n. sp.
*Mustelide* 2 sp.
*Aeluravus viverroides* n. g. n. sp.
*Cephalogale* sp.
*Galerix exilis* Blainville
*Talpa minuta* Blainville
*Prolagus oeningensis* König
*Titanomys Fontannesi* Deperet
*Cricetodon minus* Lartet
„ *medius* Lartet
*Sciurus* 2 sp.
*Anas velox* M. Edwards?
*Fringillide?* sp.
*Phasianus altus* Milne Edwards
*Propseudopus Fraasi* Hilgendorff
*Protropidonotus neglectus* n. g. n. sp.
*Testudo antiqua* Bronn
*Clemmys cfr. guntiana* Roger
*Rana? Palaeobatrachus?* 2 sp.

also 20—21 Säugetiere, mindestens 3 Vögel, 4 Reptilien und 1 oder 2 Amphibien.

## Mammalia.

### *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp. Taf. II Fig. 1. 2. 7. 8. 28.

Obwohl von diesem *Equiden* nur einige ganze Zähne — 3 J, 2 C, 2 untere *M* und ein oberer *M* und einige unvollständige Backenzähne nebst etlichen Extremitätenknochen — Olecranon, Carpalia, ein Metacarpale III, ein Tarsale, ein Metatarsale III und Zehenglieder — vorliegen, so reichen diese Stücke doch hin, um die Anwesenheit von mindestens zwei Individuen, einem erwachsenen

Tier und einem sehr jungen Fohlen, letzteres durch Metatarsale III und Zehenglieder angedeutet, sicherzustellen. In der Größe der Zähne übertrifft dieses *Anchitherium* bei weitem alle von Georgensgemünd bekannten, dort so häufigen Individuen, es schließt sich eng an jene aus dem Flinz von Reisenburg bei Günzburg, Häder bei Dinkelscherben und Stätzling bei Augsburg an. An weiter südlich gelegenen Fundpunkten der Flinzfauna — Dießen am Ammersee, Tutzing am Starnbergersee und Darching im Mangfalltal — ist *Anchitherium* bisher noch nicht gefunden worden, ja es hat fast den Anschein, als ob es dort überhaupt nicht gelebt hätte, weil hier im Alpenvorland die hydrographischen und Vegetationsverhältnisse nur für eine Sumpfwaldfauna, *Mastodon*, *Hirsche* und vor allem *Suiden* geeignet waren, was auch für Göriach in Steiermark gilt. Umso häufiger war *Anchitherium* jedoch auf dem trockenen Juraplateau — Georgensgemünd in Mittelfranken, aber die hier herdenweise lebenden Tiere stellen nur eine sehr kleine Rasse dar.

Was die mir vorliegenden *Anchitherien* von außerbayerischen Fundorten betrifft, so stehen die Individuen aus dem Orléanais der Größe nach in der Mitte zwischen jenen von Georgensgemünd und jenen aus dem Flinz der bayrisch-schwäbischen Hochebene, die von Steinheim sind zum Teil größer als die aus dem Flinz, am größten sind die Anchitherien von Sansan, Dép. Gers und von La Grive St. Alban, Dep. Isère, doch erreichen auch sie nicht im entferntesten die Dimensionen des *Anchitherium Zitteli* aus China, das freilich auch einer viel späteren Zeit, der Zeit der Hipparionenfauna, angehört.

***Rhinoceros (Ceratorhinus) sansaniensis*** Lartet. Taf. II Fig. 4.

Rhinocerotenreste sind bei Attenfeld sehr selten. Sie bestehen mit Ausnahme eines sehr gut erhaltenen linken $P^3$, eines der Länge nach gespaltenen linken $P_3$ und der Krone eines linken oberen $J$ nur aus Zahnbruchstücken, einer distalen Ulnaepiphyse und der distalen Epiphyse eines seitlichen Metapodiums, sie genügen jedoch für den Nachweis von mindestens zwei Individuen, einem jungen und einem alten. Das Letztere wird allerdings nur durch Zahnfragmente angedeutet.

Das Fehlen von größeren Knochen und vollständigen Zähnen läßt sich etwa dadurch erklären, daß die Kadaver der ertrunkenen Tiere sich im oberen Teil der Spalte verklemmt hatten, wo sie bei dem wechselnden Wasserstande zeitweilig aus dem Wasser herausragten und so leicht der Verwesung anheimfielen, wobei auch die Knochen durch Verwitterung zugrunde gingen. Etwa noch übrigbleibende Knochen und Zähne sind dann während der im Pliocän beginnenden und bis heute fortdauernden Ablation des Juraplateaus zerstört worden.

*Rhinoceros sansaniensis* kommt in Bayern außer im Flinz, wo seine Reste übrigens immer spärlich sind, auch in Georgensgemünd vor. Von hier besitzt die Münchner paläontologische Sammlung außer isolierten Zähnen auch je einen sehr vollständigen Ober- und Unterkiefer, Zähne sind vorhanden aus dem Flinz von Freising, Mehring und Dinkelscherben, je einen Unterkiefer erhielt die Sammlung von Petershausen und vom Aumeister bei München.

Nachkomme von *Rh. sansaniensis* ist vermutlich *Rh. Schleiermacheri* im Unterpliocän, dagegen ist sein Vorläufer bis jetzt noch nicht mit voller Sicherheit bekannt. Selbst wenn der untermiocäne *Rh. tagicus* Roman als solcher in Betracht käme, wäre damit nicht viel gewonnen, denn weiter läßt sich dieser Stamm vorläufig nicht zurückverfolgen.

### *Palaeomeryx Bojani* v. Meyer. Taf. II Fig. 6. 9.

Dieser in der Größe dem Renntier nahestehende, aber sicher noch geweihlose *Cervide* ist vertreten durch einen frischen $J_3$, einen linken $M_3$, je einen unvollständigen rechten $M_2$ und $M_3$, durch Bruchstücke von mehreren oberen *P* und *M*, durch die Trochlea eines linken Humerus, durch ein rechtes Scaphoid und ein linkes Magnum, durch die distale Epiphyse einer rechten Tibia, durch einen der Länge nach gespaltenen Astragalus, durch ein linkes Cuboscaphoid und ein rechtes Cuneiforme III, ferner durch Rollengelenke von Metapodien und Bruchstücke von Phalangen.

Trotz der mangelhaften Erhaltung läßt sich doch aus der stärkeren Abkauung des $M_2$ und dem frischen Zustande des linken $M_3$ sowie aus dem Vorhandensein von noch nicht angewachsenen Epiphysen die Anwesenheit von mindestens je einem älteren und einem jüngeren Individuum mit Sicherheit feststellen. Auch gestattet das Material trotz seiner Dürftigkeit immerhin die Ermittelung der Maßzahlen einiger bisher noch nicht bekannten Knochen dieser Spezies.

Magnum: Durchmesser von vorne nach hinten 24 mm, von außen nach innen 20,5 mm.
Astragalus: Höhe an der Innenseite 48 mm, bei Exemplaren von Georgensgemünd 43, 45, 47 mm, Breite am distalen Ende 29, 30, 30 mm.
Cuboscaphoid: Breite von außen nach innen 39 mm, Höhe 19 mm.
Trochleareipiphyse von Metapodien: Breite der Rolle 16 resp. 18 mm.

An einem Metatarsus von Georgensgemünd, der bei 280 mm Länge schon dem *P. eminens* sehr nahe kommt, ist die Breite der Rollen 22 mm.

So gut sich diese Art auch gegen den gleichzeitig lebenden, noch größeren *P. eminens* abgrenzen läßt, so schwer ist die Abgrenzung gegen den kleineren *P. Kaupi*, dessen Originalexemplar ebenso wie die Originale zu *P. Bojani* von

Georgensgemünd stammt. Obwohl seitdem eine ziemliche Anzahl von unzweifelhaften Zähnen des *P. Bojani* in die Münchner paläontologische Sammlung gelangte, befand sich unter den Neuerwerbungen doch nie ein solcher, den man unbedenklich zu *P. Kaupi* stellen könnte. Auch unter den mir von Stehlin übermittelten großen *Palaeomeryx*-Zähnen aus dem Orléanais stehen die meisten dem *P. Bojani* viel näher als dem *P. Kaupi*, dagegen ist diese letztere Art im Mittelmiocän von Tuchorschitz in Böhmen zweifellos vorhanden, während *P. Bojani* fehlt. Es hat daher den Anschein, als ob sich diese größere obermiocäne Art aus dem kleineren und geologisch älteren *P. Kaupi* entwickelt hätte, wobei aber kleine Individuen des *P. Bojani* nicht über die Dimensionen der Stammform hinausgekommen wären.

Den Vorläufer von *P. Kaupi* haben wir jedenfalls in einem der größten *Palaeomerycinen* des europäischen Untermiocän zu suchen, also entweder in *Amphitragulus elegans* und *lemanense* oder in *Dremotherium Feignouxi* Pomel, die aber beide erst die Größe vom Reh hatten.

### *Palaeomeryx (Dicrocerus) furcatus* Hensel.

Dieser im Obermiocän nur selten fehlende oder doch durch den nahe verwandten *D. elegans* vertretene Hirsch ist auch in Attenfeld vorhanden. Nach der Zahl der Astragali und Calcanea, den erhaltungsfähigsten Knochen des ganzen Skelettes dürften sich die gefundenen Überreste auf mindestens drei Individuen verteilen. Außer einem rechten $M^3$ und einem rechten $P^2$, zwei rechten und einem linken unteren $M_1$, einem unteren $D_4$ und einem linken oberen $C$ liegen nur Bruchstücke von Zähnen vor. Extremitätenknochen sind spärlich und mit Ausnahme von zwei Carpalia — Lunatum und Pyramidale und den Tarsalia — drei linken und drei rechten Astragali, drei rechten Calcanea und einem linken Entocuneiforme auch schlecht erhalten.

Da *P. furcatus* ohnehin gut bekannt ist und die hier gefundenen Überreste nichts Neues bieten, kann ich von weiteren Bemerkungen absehen, ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, daß diese Art große phylogenetische Bedeutung hat, denn von ihr stammen die von mir *Cervavus* genannten pliocänen Formen ab, bei welchen das Palaeomeryxwülstchen immer schwächer wird und zuletzt ganz verschwindet, während das Geweih immer kräftiger sich entwickelt und drei und noch mehr Sprosse bekommt. Unter dem Namen *Cervavus* sind auch die von Pohlig als *Capreolus* und von russischen Anfängern als *Cervavitus*, *Cervacerus* Khomenko und *Procervus* Alexejew beschriebenen Formen zu vereinigen. Sie sind zum mindesten die Ahnen von *Capreolus* und *Axis*.

***Palaeomeryx cfr. Meyeri*** Hofmann.[1]) Taf. I Fig. 17. 25. 27. 29. 34. 35. Taf. II Fig. 24.

Hofmann hat für diesen ebenfalls mit Geweih[2]) versehenen *Palaeomeryx* den Namen *P. Meyeri* eingeführt statt der von H. v. Meyer gebrauchten Bezeichnung *pygmaeus*, weil dieser Autor sie auch für untermiocäne geweihlose Arten verwendet hatte.

Der größere Teil des Materials, auf welches Hofmann diese Art basiert hat, stammt von Göriach in Steiermark, der kleinere von Günzburg a. D. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, daß schon die Günzburger Exemplare mit einer einzigen Ausnahme nicht nur in der Größe und namentlich in der Höhe der Prämolaren hinter den Göriachern zurückstehen, sondern auch ein viel schwächeres Zahnrelief zeigen, was sich besonders an den Prämolaren bemerkbar macht. Noch kleiner sind die Zähne bei den Stücken von Attenfeld, jedoch werden hier wenigstens die frischen Prämolaren in der Stärke des Reliefs den Göriachern sehr ähnlich. Diese Größenunterschiede lassen sich wohl auf die Verschiedenheit der topographischen Verhältnisse zurückführen. In Göriach begünstigte der rings von Bergen eingeschlossene, feuchte, subtropische Urwald die Entstehung einer kräftigen Lokalrasse, dagegen degenerierten die Tiere auf dem trockenen, nur im Osten und Süden von Süßwasserseen begrenzten Juraplateau zu einer kümmerlichen Zwergform, bei Günzburg, wo die Verhältnisse zwar nicht so günstig waren wie in Göriach, aber doch auch nicht so ungünstig wie auf dem Juraplateau — wir haben uns die Günzburger Gegend als eine von trägen Wasserläufen durchzogene und mit Laubwald, meist Pappeln und Weiden, bestandene Niederung vorzustellen —, finden wir dementsprechend die Mittelform.

Die bei Attenfeld gefundenen Überreste von *P. Meyeri* verteilen sich auf etwa drei erwachsene und ein junges Individuum. Es sind vorhanden zwei linke Unterkiefersymphysen, zwei untere Incisiven, drei obere *P*, fünf obere *M*, je ein unterer $P_4$, $M_1$ und $M_2$ und ein Fragment des rechten Unterkiefers mit $D_3$ und $D_4$ ferner drei rechte und eine linke Scapula, ein linker und zwei rechte Humeri, drei rechte und zwei linke Radii, drei linke Ulnae, ein linker Metacarpus, sehr viele Carpalia, zwei linke Pelvishälften, zwei Patellae, die untere Hälfte eines linken Femurs, je vier Fragmente von Femur und Tibia, vier linke und drei rechte Astragali, fünf Calcanea, ein rechtes Cuboscaphoid, Fragmente von vier Metatarsi, zahlreiche Rollen von Metapodien,

[1]) Die Fauna von Göriach. Abhandl. d. K. K. Geolog. Reichsanst. Wien 1893, p. 61, Taf. XII, Fig. 10—15 und Taf. XIII, Fig. 1—4, nicht Fig. 6. Dieser Metacarpus gehört eher zu *P. furcatus*.

[2]) Rütimeyer L., Geschichte der Hirsche. Abhandl. d. Schweiz. Paläontolog. Gesellsch. 1880. Taf. I, Fig. 2—7.

viele Phalangen und fünf Klauen. Dieses Material gestattet die Maßangaben von bisher noch nicht bekannten Zähnen und Knochen.

Untere $D$: Zahnreiche $D_2$—$D_4$ = 23 mm, Länge von $D_3$ = 8 mm, Länge von $D_4$ = 9,5 mm.
Obere Prämolaren: $P^3$ Länge = 7,5 mm, Breite = 6 mm. $P^4$ Länge = 6 mm, Breite = 8 mm.
Scapula: Durchmesser der Glenoidgrube = 12 mm (von außen nach innen).
Humerus: Breite am distalen Ende = 17,8 mm, Höhe der Trochlea innen = 12 mm.
Radius: Breite der proximalen Gelenkfläche = 15,5 mm, Breite am distalen Ende = 14 mm.
Metacarpus: Breite der proximalen Gelenkfläche = 12,5 mm.
Tibia: Breite am distalen Ende = 15,5 mm.
Astragalus: Höhe = 19, 20, 17,8 mm, Breite = 11, 11, 11,2 mm.
Metatarsus: Breite am distalen Ende = 15,5 mm, Breite einer einzelnen Rolle = 6,7 mm.

Über die Beschaffenheit des Geweihes und über die Abstammung dieser Art werde ich nach Beschreibung der beiden folgenden noch kleineren *Palaeomeryx*-Arten zu sprechen haben.

### *Palaeomeryx parvulus* Roger.[1]) Taf. I Fig. 18. 20. 21.

Diese von Roger zuerst aus dem Flinz der Reischenau beschriebene Art hatte wahrscheinlich etwa die Größe eines Rehkitzes oder eines starken Feldhasen. Sie zählt zu den seltensten unter den obermiocänen Paarhufern. Bisher waren nur einige Unterkiefer und Stirnzapfen aus der Reischenau im Zusamtal und von Häder bei Dinkelscherben bekannt. Auch an der neuen Lokalität Attenfeld wurden nur einige Zähne und Knöchelchen gefunden, die sich mit Sicherheit auf diese Art beziehen lassen. Um so erfreulicher ist es daher, daß auch hier zwei Stirnbeine mit Geweihen zum Vorschein kamen.

Für die Zähne gibt Roger folgende Zahlen an, denen ich die eines Unterkiefers von Häder und die der Zähne aus Attenfeld beifüge.

| | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $P^4$ | $M^3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reischenau | 5 | 5 | 5,5 | 5,5 | 6,5 | 9 | breit | breit | lang |
| Häder | 5 | 5,5 | 5,8 | 6 | — | — | — | — | — |
| Attenfeld | — | — | — | 6 | 6,5 u. 6,7 | — | 7 | 7,4 | 6,6 |

Der in der Münchner paläontologischen Sammlung befindliche Kiefer von Häder hat zwei Alveolen für einen $P_1$ oder $D_1$.

Das beinahe vollständige Geweih besteht aus einem 65 mm langen und

[1]) 33. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. 1898. p. 38 und 395, Taf. II, Fig. 7. 34. Bericht, ibidem, 1900, p. 62, Taf. III, Fig. 9. 36. Bericht, ibidem, 1904, p. 17, Taf. II, Fig. 8.

im Maximum etwa 11 mm dicken Rosenstock und einer oval schüsselförmigen Rose, an welcher sechs ungleich lange divergierende Sprosse entspringen. Dieses Geweih hat sehr große Ähnlichkeit mit denen des *P. Meyeri* aus Günzburg, welche Rütimeyer[1]) abgebildet hat, jedoch ist es entsprechend kleiner. Der Humerus hat nach Roger an der Trochlea eine Breite von 18 mm, das Calcaneum eine Länge von 38 mm und der Astragalus eine Höhe von 20 mm. Ich halte diese Maße für zu groß, sie passen viel besser zu *P. Meyeri*, dagegen stelle ich hieher das proximale Ende eines Radius mit einer Breite von 11,8 mm sowie Phalangen der ersten Reihe mit 18 mm und Phalangen der zweiten Reihe mit 12,4 mm Länge und die von Roger zur folgenden Art gezählte Tibia, deren distales Ende 13,5 mm breit ist.

***Palaeomeryx pumilio*** Roger.[2]) Taf. I Fig. 19. 22—24. 26. 28. 30—33.

Dieser noch kleinere Zwerghirsch war bisher nur in einem Geweih und einem unvollständigen Unterkiefer und isolierten Zähnchen bekannt, und außerdem hat Roger einige Knochen hieher gestellt. In Attenfeld hat sich nun ein unerwartes reiches Material von diesem niedlichen Tierchen gefunden, an Individuenzahl übertrifft es sogar alle übrigen dort vorkommenden Säugetierarten. Nach der Zahl der am häufigsten vertretenen Knochen — fünf rechte Ulnae, fünf linke und fünf rechte Radii, fünf linke Tibien, fünf linke Metatarsi — haben wir Überreste von mindestens fünf, nach der Zahl der rechten Calcanea sogar solche von sechs Individuen vor uns. Weder odontologisch noch osteologisch bietet jedoch diese Art wirklich Neues, es genügt daher die Maße anzugeben.

Unterkiefer: Länge vom $J_1$ bis $M_3$ = 45? mm, Länge der $P$ und $M$ = 31? mm.
Länge von $P_2$ = 3 mm, von $P_3$ = 4,5—4,8 mm, von $P_4$ = 5 mm.
Länge von $M_1$ = 5 mm, von $M_2$ = 6 mm, von $M_3$ = 7,4—7,8 mm.
Breite von $P^4$ = 5 mm, von $M^1$ = 6 mm, Länge von $M^1$ = 5 mm.
Breite von $M^2$ = 6,4 mm, Länge von $M^2$ = 5,8 mm.
Breite von $M^3$ = 6 mm, Länge von $M^3$ = 5,7 mm.
Länge der drei oberen $M$ = 17,2 mm.
Scapula: Durchmesser der Glenoidgrube = 9 mm, Höhe der Scapula = 45? mm.
Humerus: Breite der Trochlea = 10 mm, Höhe derselben = 7,8 mm.
Ulna: Weite der Fossa sigmoidea = 5 mm, Länge des Olecranon = 12 mm.
Radius: Breite des proximalen Gelenkes = 9,5 mm, Breite am distalen Ende = 9 mm, Gesamtlänge = 75 mm.

[1]) Natürliche Geschichte der Hirsche. Abhandl. d. Schweiz. Paläontolog. Gesellsch. VII, 1880. Taf. I, Fig. 2—7.

[2]) 33. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. 1898, p. 39, Taf. II, Fig. 4, 5. 34. Bericht, 1900, p. 62, Taf. III, Fig. 8. 36. Bericht, 1904, p. 17.

Metacarpus: Breite des proximalen Gelenks = 7,8 mm.
Femur: Breite an den Condyli = 16 mm.
Tibia: Breite am proximalen Ende = 17 mm, Breite am distalen Ende = 9 mm.
Calcaneum: Länge = 26 mm.
Astragalus: Höhe = 13 mm, Breite = 7,5 mm.
Metatarsus: Breite am proximalen Ende = 8,5 mm, am distalen Ende = 10,5 mm, Länge = 7,5 mm.
Breite einer Trochlea = 4,4 mm.
Phalangen: erste Reihe = 14 mm am Vorderfuß, 16 mm am Hinterfuß.
„ zweite Reihe = 9,5 mm am Vorderfuß, 11 mm am Hinterfuß.

Ich darf nicht vergessen zu erwähnen, daß außer einer beträchtlichen Anzahl Wirbel auch das distale Stück eines seitlichen Metacarpale vorhanden ist, dessen Rolle 2,8 mm hoch und 2 mm breit ist. Auch diese Zwerghirsche hatten also noch wenigstens distale Reste von Seitenzehen, die wohl verhältnismäßig stärker waren als beim Reh.

Ob diese Zwerghirsche, die immerhin die heutzutage auf den Sundainseln lebenden *Tragulus meminna* und *javanicus* an Größe übertrafen, Nachkommen hinterlassen haben, wissen wir nicht, wohl aber kennen wir ihre Vorläufer im Untermiocän. Es sind das die kleinen *Amphitragulus* von St. Gérand le Puy, Dep. Allier, von Ulm und von Weisenau bei Mainz, welche sich von den obermiocänen *Lagomeryx*, wie sie Roger genannt hat, eigentlich nur dadurch unterscheiden, daß sie noch kein Geweih besaßen.

Der Zusammenhang zwischen den obermiocänen und untermiocänen ist etwa folgender:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Obermiocän | *Lagomeryx Meyeri* | *L. parvulus* | *L. pumilio* |
| Untermiocän | *Amphitragulus elegans* oder *Boulangeri* Pom. | *A. Pomeli* Filhol | ? |

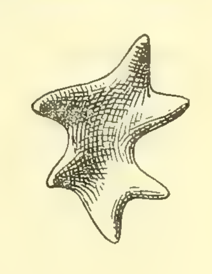
Für *L. pumilio* finde ich keinen Vorläufer, denn *A. Pomeli*, die kleinste der untermiocänen Arten, hat schon die Dimensionen des *L. parvulus*.

### Das Geweih der Gattung *Lagomeryx*.

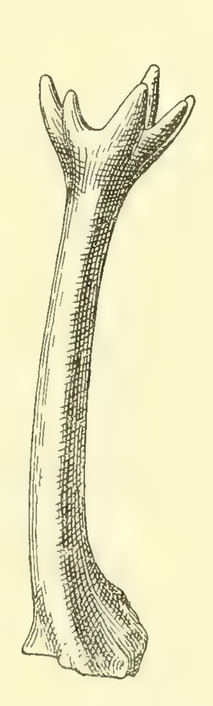
Mit dem Geweih der schon länger wohlbekannten Gattung *Dicrocerus* haben die von *Lagomeryx* zwar die beträchtliche Länge des Rosenstocks gemein, aber die Rose ist viel weniger entwickelt und mehr oder weniger schüsselförmig und statt der beiden, eine Gabel bildenden, oft schon ziemlich langen Sprosse sehen wir hier an den Rändern eine größere Anzahl — 5—6 — kurzer, aber untereinander ungleich langer Sprosse, die sich meist sehr steil aufrichten und mit der Rose zusammen ein nestähnliches Gebilde darstellen.

Die Basis des Rosenstocks fällt wie bei *Cervulus muntjac* mit dem Oberrand der Augenhöhle zusammen, wodurch der Abstand der beiden Stangen verhältnismäßig viel bedeutender wird als bei den übrigen Hirschen mit Ausnahme der lebenden Gattung *Cervulus*. Selbst bei der obermiocänen, sonst so ähnlichen Gattung *Dicrocerus* springt der Supraorbitalrand etwas weiter vor.

Was die Stellung der Stangen betrifft, so ist sie zwar nicht vertikal, wie man beim ersten Anblick der isolierten Stangen, an deren Basis auch immer nur ein kleiner Teil des Stirnbeins erhalten ist, vermuten könnte, auch stehen sie sicher nicht parallel, sondern etwas nach außen geneigt, aber ihre Richtung ist doch viel steiler als bei den übrigen Hirschen, namentlich steiler als bei dem sonst so nahe verwandten *Cervulus muntjac*, nur bei *Dicrocerus* finden wir eine mindestens ebenso steile Richtung der beiden Stangen, die jedoch im Gegensatz zu denen von *Lagomeryx* fast ganz parallel miteinander verlaufen.



Über die Frage, ob die Geweihe periodisch abgeworfen und erneuert wurden, geben die bis jetzt vorliegenden Stücke keine sichere Auskunft. Der Umstand, daß die Oberfläche der Rose und der Sprosse fast ganz glatt erscheint und der Rosenstock nur ganz zarte Längsriefen wie bei *Cervulus* aufweist, macht es eher wahrscheinlich, daß das ganze Geweih zeitlebens mit Bast überzogen war und nie erneuert wurde. Besser unterrichtet sind wir in dieser Hinsicht über die Verhältnisse bei der gleichalterigen Gattung *Dicrocerus*. Von der kleineren Art, dem *D. furcatus*, kennt man zwar auch noch keine unzweifelhaften Abwürfe, dagegen liegen solche von der größeren Art, dem *D. elegans*, aus dem Flinz der bayerisch-schwäbischen Hochebene in ziemlicher Menge vor, und in Tutzing am Starnberger See fand sich sogar ein Schädel, an welchem die Geweihe eben erst als kurze, von vorne nach hinten komprimierte Zacken entwickelt sind. Auch die stets sehr kräftige, bei *D. furcatus* kaum angedeutete Ausbildung der Rose läßt keinen Zweifel über die periodische Erneuerung aufkommen.



Geweih von *Lagomeryx parvulus* von oben und von vorne. Nat. Gr.

Die eigenartige Ausbildung der Rose und der Sprosse bei *Lagomeryx* dürfen wir wohl mit Recht als eine Spezialisierung auffassen. für welche wir bei den späteren Hirschen sowohl im Pliocän als auch im Pleistocän kein Analogon kennen mit Ausnahme etwa der Schaufeln von *Alces*,

die aber sicher nicht aus dem Geweih von *Lagomeryx* entstanden sind, sondern nur durch Verbreiterung des oberen Teiles einer Geweihform von normalem Typus. Diese sonst nicht wiederkehrende Spezialisierung des Geweihes von *Lagomeryx* spricht auch sehr dafür, daß diese Gattung ohne Hinterlassung von Nachkommen erloschen ist.

***Dorcatherium crassum*** Lartet sp. Taf. II Fig. 10—19. 22. 23.

Von den im Obermiocän der bayerisch-schwäbischen Hochebene nachgewiesenen Arten der Gattung *Dorcatherium*, welcher Name leider die Priorität vor dem viel bezeichnenderen „*Hyaemoschus*“ hat, kommt die mittelgroße auch bei Attenfeld vor, und zwar verteilen sich ihre Überreste auf mindestens zwei erwachsene Individuen, wie der verschiedene Grad der Abkauung der *P* und *M* zeigt, und auf ein junges Individuum mit Milchzähnen und noch nicht angewachsenen Epiphysen der Phalangen.

Überreste von *Dorcatherium* sind in der Regel ziemlich selten. Bisher war nur die kleinste Art, *D. guntianum* v. Mey., aus dem Flinz von Günzburg durch eine größere Anzahl Kiefer und einige der so ungemein interessanten Metacarpi und Metatarsi vertreten. Der Menge nach ist das Attenfelder Material zwar nicht sehr bedeutend, aber es befinden sich darunter Knochen, die von fossilen *Dorcatherien* noch wenig bekannt waren. Sie charakterisieren sich, wie es auch zu erwarten war, sofort durch eine Mischung von Schweins- und Hirschmerkmalen, so ist der Astragalus viel schmäler als bei den Hirschen und die obere und untere Hälfte gegeneinander verschoben, aber noch nicht so stark wie bei den Schweinen, am Calcaneum ist der umgebogene Lappen des Sustentaculum tali, der bei den Schweinen überhaupt fehlt, viel schwächer als bei den Hirschen, der an das Cuboid stoßende Fortsatz mehr in die Länge gezogen und die Gelenkfläche für die Fibula schwächer ausgebildet, weil dieser Knochen hier noch vollständig erhalten und nicht zu einem freilich sehr massiven Rudiment verkümmert ist wie bei den Hirschen. Demzufolge ist auch das untere Tibiaende viel gedrungener und im Querschnitt fast quadratisch. Die Phalangen sind kürzer und plumper als bei den Hirschen. Humerus und Radius haben große Ähnlichkeit mit denen vom Schwein. Das Olecranon hat zwar die nahezu viereckige Form wie bei den Hirschen, ist aber viel niedriger und plumper. Die Knochenkonsistenz gleicht fast mehr den Verhältnissen bei den Schweinen als jenen der Hirsche. Von den kurzen Metapodien bleiben bekanntlich die Metacarpalia stets frei wie bei den Schweinen, dagegen verwachsen die Metatarsalia III und IV miteinander und dementsprechend auch Cuboid und Scaphoid. Die Kiele an den distalen rollen-

artigen Gelenken der Metapodien bleiben auf die Rückseite beschränkt, die Gattung *Dorcatherium* verhält sich hierin sogar primitiver als die gleichalterigen Schweine. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß einer der kräftigen säbelartigen Eckzähne auch bei Attenfeld gefunden wurde. Die Prämolaren und namentlich die Milchzähne sind viel einfacher und gestreckter als bei den Hirschen, die Molaren niedriger, ihre Höcker noch ausgesprochen konisch anstatt komprimiert und der Schmelz aller Zähne weist starke Runzelung auf. Die oberen *M* besitzen ein sehr kräftiges inneres Basalband.

Die Gattung *Dorcatherium* erscheint ganz unvermittelt im europäischen Obermiocän, vielleicht auch schon im Mittelmiocän, wird aber im Pliocän schon überaus selten. Heutzutage lebt sie sogut wie unverändert als *Hyaemoschus aquaticus* im tropischen Westafrika. Über ihre Abstammung wissen wir nichts näheres, ihre entfernten Verwandten im europäischen Oligocän — z. B. *Gelocus* — sind alle schon zu spezialisiert in der Richtung gegen die Hirsche, als daß man *Dorcatherium* darauf zurückführen könnte.

***Hyotherium Sommeringi*** v. Meyer. Taf. II Fig. 3. 5. 19—21. 25. 27. 29.

Schweinsreste sind fast immer viel seltener als solche von Hirschen, eine Ausnahme hievon machen von den bayerischen obermiocänen Fundorten nur Tutzing und Dießen, weil hier im Alpenvorlande wahrscheinlich ein sumpfiger Urwald den Aufenthalt von Schweinen begünstigte. Am Juraplateau, bei Georgensgemünd wurde zwar *H. Soemmeringi* zuerst aufgefunden, aber von seinen Überresten, zumeist in der Münchner paläontologischen Sammlung befindlich, sind seitdem nur ganz wenige Stücke zu diesem alten Materiale hinzugekommen.

Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß auch bei Attenfeld Knochen und Zähne dieses *Suiden* recht selten sind, ja es ist sogar eher erstaunlich, daß darunter offenbar zwei Individuen vertreten sind, was durch die Zweizahl der linken Radii erwiesen ist.

Von Zähnen liegen vor zwei untere Incisiven, je ein oberer und ein unterer Hauer, von Backenzähnen ein linker unterer $M_3$ und ein rechter oberer $M^3$ und ein Oberkieferfragment mit $M^2$ nebst einer Anzahl von Bruchstücken, von Knochen eine kleine Scapula, Oberenden von zwei linken Radien, das Olecranon einer rechten und das Unterende einer linken Ulna, ein Scaphoid, eine Patella, ein Femurcaput, obere Gelenke von zwei Tibien, ein linker Astragulus und ein linkes Cuboid, ferner Distalenden von zwei mittleren und zwei seitlichen Metapodien und eine Anzahl Phalangen, darunter auch solche von Seitenzehen und eine Seitenzehenklaue. Alle diese Knochen sind solchen

der lebenden Gattung *Sus* schon so ähnlich, daß sich keine Beschreibung verlohnt.

*Hyotherium* ist der Nachkomme der im Oligocän auftretenden Gattung *Palaeochoerus*, welche auch Vertreter nach Nordamerika entsandte, aus welchen sich der *Dicotyles*-Stamm entwickelte, während *Hyotherium* in Europa sich zur noch lebenden Gattung *Sus* umgestaltete, wobei nur geringe Spezialisierungen erforderlich waren.

## Carnivora.

Die Raubtiere stehen an Individuenzahl sowohl in der Gegenwart als auch im Tertiär in der Regel weit zurück hinter den Huftieren, was sich ungezwungen aus ihrer einsiedlerischen Lebensweise erklären läßt. Nur da wo eine Raubtierart lange Zeit hindurch gehaust hat, wie während des Pleistocäns in Höhlen der Höhlenbär, im Miocän in einem Hohlraum des lithographischen Schiefers von Solnhofen *Amphicyon socialis*, dessen Habitus, abgesehen von den mehr plantigraden Pfoten, einem Hunde glich, oder wie das Fischotter ähnliche *Potamotherium Valetoni* im Miocän des Dép. Allier, machen ihre Überreste einen beträchtlichen Prozentsatz oder wie im ersten Falle sogar die überwiegende Mehrzahl aller vorhandenen Säugetierreste aus. Auch in der Fauna von Attenfeld lernen wir einen kleinen Marder kennen, von welchem auffallend viele Kiefer erhalten geblieben sind.

Während in der Gegenwart die Zahl der Raubtierarten und -Gattungen nirgends sehr beträchtlich ist, haben die Untersuchungen der Miocänfauna sowohl in Süddeutschland als auch in Frankreich uns mit einem erstaunlichen Reichtum an Raubtierformen bekannt gemacht, es war daher anzunehmen, daß auch bei Attenfeld eine ziemliche Menge verschiedener Raubtiertypen zum Vorschein kommen würde, was sich auch bestätigt hat. Leider ist jedoch der Erhaltungszustand überaus ungünstig, denn die allein charakteristischen Kiefer und Zähne sind sehr selten und gestatten nur den Nachweis von etwa drei verschiedenen Gattungen und die ohnehin nicht allzu zahlreichen Extremitätenknochen und Wirbel haben mit wenigen Ausnahmen so indifferente Merkmale, daß es nicht einmal möglich ist zu entscheiden, ob sie von *Viverriden* oder von *Musteliden* oder zum Teil sogar von *Feliden* herrühren. Es läßt sich daraus nur die Anwesenheit von etwa folgenden Typen ermitteln:

*Aeluravus* Kiefer mit Zähnen, vielleicht auch Metapodien, Phalangen und Wirbel.

*Palaeogale* Kiefer mit Zähnen und charakteristische Knochen.

*Musteliden* zwei kleine Arten eventuell zwei Gattungen, ein Femur, ein Astragalus, zwei Metarsalia, vier Schwanzwirbel und ein großer *Mustelide* oder *Viverride* Unterkieferbruchstück, distale Ulnaepiphyse, Unterende eines Metapodiums, Beckenhälfte und Wirbel.

*Cephalogale* ein unterer Prämolar von 11 mm Länge, ein Fragment eines $M^1$, Metacarpale I von 28 mm Länge und Metatarsale V von 75 mm Länge, allenfalls auch das vorher erwähnte Unterkieferbruchstück, eine Ulnaepiphyse — sie läßt auf ein Tier von Dachsgröße schließen — und das Unterende eines Metapodiums. Vielleicht sind die Reste zu beziehen auf *Cephalogale Gaillardi* Wegner[1]) aus La Grive St. Alban — Isére — und von Oppeln in Schlesien.

***Palaeogale ultima*** n. sp. Taf. I Fig. 10.

Zu diesem verhältnismäßig häufigen *Musteliden* stelle ich fünf rechte und einen linken Unterkiefer — darunter einer mit $D_4$, einen Radius, ein linkes und vier rechte Femora, drei rechte Tibien und ein rechtes Calcaneum.

Unterkiefer. Durch das Fehlen des Innenzackens, Metakonid, und den schneidenden Talon an $M_1$, die Zweizahl der Wurzeln und den langelliptischen Umriß des $M_2$ sowie durch den gerundeten Kronfortsatz und die Breite des aufsteigenden Kieferastes erweisen sich diese Kiefer als zu *Palaeogale* gehörig. Von den Arten aus den oligocänen Phosphoriten von Quercy unterscheidet sich diese Art durch den relativ niedrigen und gestreckten $M_1$, dessen Protokonid auch schon die für *Putorius* so charakteristische Rückwärtskrümmung zeigt. Die Arten aus dem Untermiocän stehen in dieser Beziehung in der Mitte. Durch dieses Merkmal nähert sich die obermiocäne *Palaeogale* der lebenden Gattung *Putorius*. Sie weicht jedoch von ihr ab durch den gestreckteren und noch dazu zweiwurzeligen $M_2$ und durch den breiten, am Oberrande wohlgerundeten aufsteigenden Kieferast, während diese Kieferpartie bei *Putorius* nahezu ein rechtwinkeliges Dreick darstellt.

$D_4$ unterscheidet sich von $M_1$, abgesehen von seiner Kleinheit, durch die senkrechte Stellung des Protokonid und durch die Größe und die fast beckenartige Form des Talonids.

Die Extremitätenknochen stimmen fast ganz mit jenen von *Putorius* überein, sie sind nur ein wenig plumper.

Dimensionen. Kieferlänge vom Incisivenrande bis zum Condylus = 26? mm, Höhe des Unterkiefers zwischen den $M$ = 5 mm, Abstand des Eckfortsatzes vom Kronfortsatz = 12 mm.

---

[1]) Tertiär und umgearbeitete Kreide von Oppeln, Oberschlesien. Palaeontographica, Bd. LX, p. 227, Taf. XII, Fig. 25, Textfig. 24.

$M_1$, Länge = 5 mm, Höhe am Protokonid = 4 mm. Länge des $M_2$ = 1,7 mm. Länge von $M_1$ und $M_2$ = 6,5 mm.

Femur-Länge 35 mm. Länge der Tibia 36 mm.

Die Häufigkeit der Überreste dieses kleinen Marders erklärt sich daraus, daß die Tiere nach Wieselart in Erdlöchern gelebt haben, welche unmittelbar am Uferrande eingegraben waren. Bei rasch steigendem Wasserstande konnten sie nicht mehr entfliehen und die Reste der umgekommenen Individuen fielen später mit abbröckelnden Erdmassen in den Quelltrichter, wo sie uns in fossilem Zustande überliefert wurden.

*Palaeogale ultima* ist jedenfalls der Nachkomme von einer der beiden kleinen Arten, *P. minuta* Gervais oder *P. fecunda* v. Meyer, aus dem Untermiocän von St. Gérand le Puy, Ulm und Mainz, die aus der oligocänen, bei uns auch in der Mörnsheimer Spalte gefundenen *P. felina* hervorgegangen sind. Wir haben also vom Oligocän bis zum Obermiocän eine geschlossene Entwicklungsreihe. Aus *Palaeogale* ist im Pliocän wahrscheinlich die noch lebende Gattung *Putorius* entstanden. Die Form der Zähne mit Ausnahme des unteren $M_2$ und des oberen $M^1$ sowie die Gestalt der Extremitätenknochen bieten kein Hindernis für die Ableitung dér Gattung *Putorius* von *Palaeogale*, dagegen hat sich am Unterkiefer der ersteren Gattung der aufsteigende Ast nach oben zugespitzt und $M_2$ zu einem runden einwurzeligen Knopf verkürzt, der obere $M^2$ ist verschwunden und dafür hat der obere $M^1$ zur Vergrößerung seiner Kaufläche einen dicken Basalwulst an seiner Innenseite entwickelt. Diesen Veränderungen entspricht eine Verlagerung des Kaumuskels nach vorne. Sie wurde anscheinend hervorgerufen durch die Verbreiterung der Präorbitalregion, die ihrerseits eine Vergrößerung des hinteren Nasenraumes bezweckte, um den Geruchsinn der Tiere zu verbessern. Durch die Vorwärtsverlagerung und Erweiterung der oberen Anheftungsstelle des Kaumuskels wurde die Breite des aufsteigenden Kieferastes und der obere $M_2$ überflüssig, dafür aber die Komplikation des oberen $M^1$ und die Verstärkung des unteren $M_2$ notwendig. Daß wir uns den Vorgang in der Tat so zu erklären haben, wird dadurch sehr wahrscheinlich, daß diese Modifikationen nicht etwa auf die Reihe *Palaeogale-Putorius* beschränkt sind, sondern auch in der Reihe *Plesictis-Martes* wiederkehren. In der *Lutra*-Reihe hat die Verbreiterung der Präorbitalregion bereits im Untermiocän — *Potamotherium* — begonnen, womit freilich die Reduktion des oberen $M^2$ und die Verstärkung der übrigen Molaren noch nicht gleichen Schritt zu halten vermochten.

*Aeluravus viverroides* n. g. n. sp. Taf. II Fig. 30. 31.

Von einem neuen, im Zahnbau ganz eigenartigen Raubtier von mindestens Fuchsgröße hat die Felsspalte bei Attenfeld zwei Bruchstücke eines rechten Unterkiefers, das eine mit $P_3$ und $P_4$, das andere mit $M_2$ geliefert. Offenbar gehört zu diesem Tier auch ein linker oberer $M^2$, möglicherweise auch eine Anzahl Phalangen, ein linkes Metacarpale I und das sehr schadhafte Unterende eines linken Humerus. Die Prämolaren zeichnen sich durch eine für Raubtiere ganz ungewöhnliche Komplikation aus. Der Molar erweist sich durch seine schräge Stellung im Kiefer unzweifelhaft als $M_2$, er ist im Verhältnis zu den $P$ sehr groß. Er war auch sicher größer als der leider fehlende $M_1$ und verdient wegen seines mächtig entwickelten Talonids besonderes Interesse. Bedauerlicherweise passen die Kieferstücke nicht mehr genau aneinander, aber der gleiche Erhaltungszustand sowie die gleiche Farbe der Knochen und Zähne macht es zur völligen Gewißheit, daß die beiden Fragmente ein und demselben Unterkiefer angehört haben, der leider bei der Ausgrabung zertrümmert wurde. Der Oberkiefermolar hat allerdings im Gegensatz zu den graubraunen Unterkieferzähnen schwarze Färbung, was aber nichts gegen die Zugehörigkeit zum gleichen Tier beweist, da er eben schon vor der Fossilisation vom Unterkiefer getrennt und weit von ihm entfernt im Gestein eingebettet worden war. Tatsächlich habe ich ihn auch erst etwa ein halbes Jahr später bekommen als die Kieferstücke. Er zeigt, was das Wichtigste ist, die nämliche Art der Runzelung wie die Unterkieferzähne.

Unterkiefer. Die vorhandenen Zähne sind, wie bemerkt, nur $P_3$ und $P_4$ und $M_2$, aber sie gestatten gleichwohl die ungefähre Rekonstruktion der Backenzahnreihe. Da sie sämtlich mit einem kräftigen, nur an der Innenseite der $P$ schwächer werdenden Basalband versehen sind, dürfen wir ein solches auch dem $P_1$ und $P_2$ zuschreiben, und bei der geringen Höhe der vorhandenen $P$ können wir das auch für die beiden fehlenden $P$ annehmen. Da $P_3$ und $P_4$ außerdem unverhältnismäßig viele Nebenzacken haben, müssen solche auch an $P_2$ vorhanden gewesen sein. Dagegen ist es höchst wahrscheinlich, daß $P_1$, der bei *Ailurus* sehr klein ist und bei *Parailurus* gänzlich fehlt, auch hier schon sehr klein und einfach war. Aus der beträchtlichen Höhe des Kiefers dürfen wir ferner unbedenklich den Schluß ziehen, daß die $P$ ziemlich dicht aneinander gereiht waren und $P_1$ den Caninen nahezu berührt haben wird. Aus dem Bau des $M_2$ können wir dann auch den fehlenden $M_1$ rekonstruieren. Vor allem muß er kürzer als $M_2$ gewesen sein, und dementsprechend war das Talonid nicht blos kürzer sondern auch einfacher, es fehlte aller Wahrscheinlichkeit nach das Mesokonid. Im Gegensatz zu $M_2$ muß dagegen das Proto-

konid, der vordere Außenzacken, etwas höher gewesen sein. Wir dürfen also die untere Zahnreihe folgendermaßen charakterisieren:

$P_1$ klein, dicht an $C$ und $P_2$, als dreikantige Pyramide entwickelt mit hinterem Basalwulst und allseitigem Basalband. $P_2$ verstärkt durch schwachen Vorder- und Innenzacken, hinterer Basalwulst nach außen ansteigend und zu einem Hinterzacken anschwellend. $P_3$ und $P_4$ allmählich an Größe zunehmend. Hauptzacken, Protokonid, nicht viel höher als Innenzacken. Vorderzacken, Parakonid, etwas schwächer als Hinterzacken, Metakonid, letzterer durch niedrige Leiste mit einem kleinen Innenzacken, Deuterokonid, verbunden. $P_4$ auch mit zweitem Innenhöcker, Tetartokonid, versehen. $M_1$ mit fünf Zacken, davon drei am Trigonid und zwei am Talonid. Innenzacken mit den Außenzacken alternierend gestellt. Außenzacken, Protokonid, dreikantig und höher als die beiden übrigen Zacken des Trigonids. Umriß des zweizackigen Talonids dreieckig. $M_2$ mit langem, dreizackigem Talonid. Mittlerer Innenhöcker, Metakonid, ebenso hoch wie an $M_1$. Alle $P$ und $M$ mit kräftigem, äußerem Basalband.

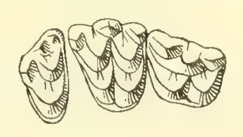
Der Unterkiefer ist unter $P_3$ ebenso hoch wie unter $M_2$ und mindestens dreimal so hoch als die Zähne, er steigt nach vorne sehr rasch an. Mentalforamen erst vor $P_3$. Die Kante des Kaumuskelansatzes beginnt erst unter dem Talonid von $M_2$.

Die obere Zahnreihe ist, da nur $M_2$ vorhanden ist, nicht so leicht zu ergänzen wie die untere.

$M_2$. Der Umriß dieses Zahnes stellt ein ziemlich niedriges, gleichschenkeliges Dreieck dar, dessen beide gleiche Seiten auf den Außen- und Hinterrand des Zahnes treffen. Der Vorderrand ist viel länger als die beiden anderen Seiten. Die Kanten sind abgerundet, die Außenhinterecke verläuft in einem weiten Bogen. Von den drei Zacken des Zahnes ist der erste, Parakon, der höchste, er läuft innen in eine hohe Spitze aus, seine Außenseite ist tief ausgefurcht. Der zweite Außenzacken, Metakon, ist etwa nur ein Drittel so groß. Der Innenzacken, Protokon, ist ziemlich massiv und seine Innenseite fällt steil nach der Mitte des Zahnes ab. Außer diesen drei Zacken besitzt $M_2$ noch zwei kräftige äußere Basalhöcker, von denen der erste, an dem Original leider abgebrochene, Protostyl, mindestens doppelt so hoch war wie der zweite, Mesostyl. Das Basalband zeigt an der Außenseite des Metakon und an der Hinterseite des Protokon besonders kräftige Entwickelung.

Aus der Beschaffenheit dieses $M^2$ und der Zusammensetzung der unteren $P$ und $M$ haben wir nun $P^{1-4}$ und $M^1$ zu rekonstruieren.

$M^1$ muß vor allem wesentlich länger gewesen sein als $M^2$. Dadurch gewinnt der zweite Außenhöcker, Metakon, fast die volle Größe des ersten, Parakon. Von den beiden Innenhöckern war der zweite, Hypokon, etwas kleiner als der erste, Protokon. Die Außenseite des $M^2$ verläuft parallel zur Zahnreihe, der Zahn erhält dadurch den Umriß eines breiten gerundeten Dreiecks. Die äußeren Basalwarzen, Protostyl und Mesostyl, waren wohl etwas kräftiger als an $M^2$, vermutlich war auch eine kleine dritte, Metastyl, vorhanden.



Rekonstruktion der drei letzten Zähne, $P^4$—$M^2$ des Oberkiefers v. *Aeluravus* in natürl. Größe.

Entsprechend der für einen Carnivoren ungewöhnlichen Komplikation der unteren Prämolaren müssen wir auch für die oberen Prämolaren ein sehr reich ausgestattetes Relief annehmen.

$P^4$ hatte an der Außenseite neben den Hauptzacken, Protokon, jedenfalls einen nur wenig schwächeren Hinterzacken, Tritokon, und einen ebenfalls noch relativ großen Vorderzacken, Parastyl, und hinter dem ursprünglichen Innenzacken, Deuterokon, befand sich ein sogar noch größerer, aber mehr ovaler als konischer zweiter Innenzacken, Tetartokon. $P^3$ besaß jedenfalls auch alle fünf Zacken, nur entsprechend verschwächt, namentlich gilt dies für Tritokon und Tetartokon. Beide $P$ hatten gerundet trapezoidalen Umriß.

$P^2$. An diesem Zahn, der schon bedeutend schmäler als lang gewesen sein muß, war von allen vier Nebenzacken nur der zweite Außenzacken, Tritokon, als wirklicher Zacken ausgebildet und von den übrigen die beiden inneren wohl nur als Basalwarzen entwickelt und der vorderste Außenzacken, Parastyl, noch ganz im Basalband verborgen.

$P^1$ bestand wohl nur aus dem seitlich komprimierten Protokon und einem inneren Basalband, das hinten zu einer Warze an Stelle des Tritokon der übrigen Prämolaren angeschwollen war.

Dimensionen des oberen $M^2$: Länge = 5,5 mm, Breite = 11,5 mm.

Dimensionen des Unterkiefers: Länge der Zahnreihe $P_1$—$M_2$ = 54? mm, Länge der vier $P$ = 30? mm.

Höhe des Kiefers unter $P_3$ = 20 mm, unter $P_4$ = 21 mm, unter $M_2$ = 22? mm.

Dimensionen der Prämolaren: $P_3$ Länge = 7,8 mm, Breite = 5 mm, Höhe = 5 mm.

$P_4$ Länge = 8,6 mm, Breite = 5,5 mm, Höhe = 5 mm.

Dimensionen des letzten Molars $M_2$: Länge = 12,2 mm, Breite = 7,2 mm, Höhe = 5 mm. Länge des Talonid = 7 mm.

Von Knochen könnten allenfalls hierher gehören das sehr schadhafte Unterende eines linken Humerus, dessen Trochlea eine Breite von 28 mm und eine Höhe von 12 mm hat. Er zeigt große Ähnlichkeit mit dem von *Amphicyon* und *Cephalogale.* Ferner könnte auch die oben bei *Cephalogale?* angeführte Distalepiphyse einer Ulna hieherzustellen sein, vielleicht auch das Unterende eines Femurs, dessen Condyli einen Abstand von 31 mm haben. Mit noch größerer Wahrscheinlichkeit beziehe ich auf diesen Carnivoren einige Phalangen, von denen die der ersten Reihe 20 mm lang und oben 8 mm breit sind, während die der zweiten Reihe 16,5 mm resp. 7 mm messen. Sie sind gedrungener als bei *Cephalogale,* aber schlanker als bei *Amphicyon.*

Die beschriebenen Zähne machen die Aufstellung einer neuen Gattung notwendig, die ich *Aeluravus* nenne. Die Diagnose lautet:

*Aeluravus* 3. 4. 4. 2. Zähne im Verhältnis zum Kiefer sehr niedrig, dicht aneinander gestellt, vom vordersten an rasch komplizierter werdend durch Auftreten zahlreicher Nebenzacken. Die beiden letzten *P* im Unterkiefer mit Parakonid, Metakonid, Deuterokonid und Tritokonid. Metakonid an *P* und $M_2$ höher als Protokonid. $M_1$ aus dreizackigem Trigonid und zweizackigem Talonid bestehend. $M_2$ größer als $M_1$ mit hohem Metakonid und langem, dreizackigem Talonid. Alle unteren *P* und *M* mit kräftigem äußeren Basalband. Obere *P* rasch nach hinten zu größer werdend, mit trapezoidalem Umriß. $P^4$ wahrscheinlich mit drei Außen- und zwei Innenzacken — auf Außenseite Parastyl, Protokonid und Tritokon, auf Innenseite Deuterokon und Tetartokon. $M^1$ gerundet dreiseitig, wohl aus vier Zacken, Parakon, Metakon, Protokon und Hypokon, und drei äußeren Basalhöckern, Para-, Meso- und Metastyl bestehend. $M^2$ viel kürzer als breit, mit kleinem Metakon und schwachem Metastyl. Alle oberen *P* und *M* mit kräftigem Basalband, Zacken aller *P* und *M* dreikantig, Schmelz mit kräftigen Runzeln.

Was die systematische Stellung der neuen Gattung *Aeluravus* betrifft, so ergibt sich folgendes:

Die Zweizahl der *M* ist ein Merkmal der *Viverriden* und der *Subursi.* Gegen die Zugehörigkeit zu den *Viverriden* spricht die Höhe des Unterkiefers, die Rauhigkeit des Schmelzes, die Stärke des Metakonid der unteren Molaren sowie die Größe des unteren $M_2$ — $M_2$ sicher $> M_1$. Die Komplikation der *P* wäre hingegen kein Grund gegen die Zugehörigkeit zu den *Viverriden,* denn sie kann bei manchen sehr beträchtlich werden — *Paradoxurus,*[1] *Hemigale*[2])

[1]) Leche, W., Bedeutung des Milchgebisses bei den Säugetieren. Zoolog. Jahrb. Jena. 38. Bd. 1915, p. 294, Fig. 29.

[2]) Ibidem, p. 297, Fig. 34—37.

und *Cynogale.*[1]) Gerade die Merkmale, durch welche sich die neue Gattung von den *Viverriden* unterscheidet, finden wir nun auch bei den *Subursi* mehr oder weniger ausgeprägt, besonders gilt dies von der einzigen lebenden altweltlichen Gattung *Ailurus* und ihrem Verwandten — *Parailurus*[2]) im europäischen Jungpliocän. Der Hauptunterschied gegenüber *Ailurus* besteht in der kantigen statt rundlichen Ausbildung der Zacken, in der größeren Länge der unteren *P* und in der Kürze der oberen *M*. Auch sind die vorderen *P* bei *Ailurus* einfacher und kleiner und der obere $P^1$ ist ganz verschwunden. Bei dem größeren *Parailurus* ist auch der untere $P_1$ verlorengegangen, die *P* sind mit Ausnahme des $P^4$ sogar noch einfacher als bei *Ailurus*, dagegen ist dieser Zahn sowie $M^2$ komplizierter als bei *Ailurus*. *Ailuravus* verhält sich also im Bau der Molaren primitiver als die beiden jüngeren Gattungen, in der Zusammensetzung und Zahl der Prämolaren aber scheinbar spezialisierter. Nichtsdestoweniger dürfen wir die neue Gattung *Ailuravus* für den wirklichen Vorfahren von *Ailurus* und *Parailurus* halten. Die Einfachheit ihrer *P* ist hier aller Wahrscheinlichkeit nach nicht der ursprüngliche Zustand, sondern vielmehr nur die Folge einer Reduktion dieser Zähne, die sich ja schon in der Verringerung ihrer Zahl äußert. Wenn aber Zähne verloren gehen, müssen auch die benachbarten eine Verkleinerung und Vereinfachung erfahren. Es ist dieser Prozeß hier offenber bedingt durch eine Verkürzung der Kiefer, die aber ihrerseits eine Konzentration der wirksamsten Bestandteile des Gebisses bedingt, und diese äußert sich augenschaunlich in der Komplikation des oberen $P^4$ und der Molaren. Es besteht also kein Grund, *Ailuravus* nicht für den wirklichen Vorfahren von *Ailurus* und *Parailurus* anzusprechen. Beide haben sich jedoch unabhängig voneinander aus *Ailuravus* entwickelt.

Schwieriger jedoch als die Bedeutung der Gattung *Ailuravus* für spätere Formen ist ihre Herkunft zu ermitteln, da sie so gänzlich unvermittelt auftritt. Wir müssen daher unter den übrigen *Subursi* Umschau halten. Es sind dies die lebenden amerikanischen Gattungen *Cercoleptes*, *Nasua* und *Procyon* sowie *Leptarctus* und *Phlaocyon* aus dem nordamerikanischen Tertiär. Die drei ersten Gattungen scheiden für unsere Betrachtung ohne weiteres aus, auch *Leptarctus* hat nur als die Stammform der lebenden amerikanischen *Subursen* Bedeutung. Dagegen ist *Phlaocyon* sowohl wegen seines hohen geologischen Alters — Oligocän, als auch wegen seines primitiven Gebisses an sich nicht

---

[1]) Leche, W., Bedeutung des Milchgebisses bei den Säugetieren. Zoolog. Jahrb. Jena. 38. Bd. 1915, p. 303, Fig. 51—54.

[2]) Schlosser M., *Parailurus* und *Ursus Boeckhi* aus den Ligniten von Baróth-Köpecz. Mitteil. aus dem Jahrb. d. K. Ungar. Geolog. Anstalt. Bd. XIII, 1899, p. 73, Taf. XI.

ungeeignet für die Ableitung der Gattung *Ailuravus* und somit der altweltlichen *Subursen*. Er besitzt im Gegensatz zu den übrigen *Subursen* noch einen dritten unteren *M* und vermittelt auch sonst den Übergang zu den primitiven *Caniden*. Seine *P* stehen jedoch so dicht und sind wenigstens die drei vordersten in beiden Kiefern so klein, daß eine Komplikation wie bei *Ailuravus* ausgeschlossen sein dürfte, und der obere $M^2$ hat viereckigen anstatt dreieckigen Umriß und einen starken Basalwulst hinter dem Innenhöcker, er ist also spezialisierter als $M^2$ von *Ailuravus*, und außerdem sind die Höcker und Zacken der *M* gerundet anstatt dreieckig. Die letzteren können also unmöglich aus den rundlichen von *Phlaocyon*[1]) hervorgegangen sein. Ich halte es daher für unwahrscheinlich, daß *Phlaocyon* ein Vorfahre von *Ailuravus* ist, ich möchte die Stammform lieber in einem *Cynodictis* ähnlichen *Caniden* suchen, wobei es natürlich unentschieden bleiben muß, ob dies eine nordamerikanische oder eine europäische Form war.

Übrigens wäre es auch nicht unmöglich, daß die altweltlichen *Subursi* überhaupt mit den amerikanischen nicht das Mindeste zu tun haben, sondern sogar auf einen ganz anderen Stamm zurückgehen, nämlich auf einen altertümlichen Fleischfresser mit nur zwei unteren *M*, von denen aber der zweite *M* viel komplizierter ist. Als solcher käme etwa in Betracht die *Creodonten*-Gattung *Didymictis* im Eocän von Nordamerika, die ich schon früher als etwaigen Ausgangspunkt von *Subursen* angesprochen habe.

## Insektivora, Insektenfresser.

### *Galerix exilis* Blainville.

Dieser in obermiocänen Ablagerungen mit Mikrofauna nur selten fehlende Insektivore ist auch bei Attenfeld zum Vorschein kommen. Es liegen von dort zwei Unterkiefer vor, von denen allerdings der eine, ein rechter, nur die Alveolen von $P_1$—$M_3$ und der andere, ein linker, nur den $M_3$ zeigt. Umso besser ist der aufsteigende Kieferast mit allen seinen Fortsätzen erhalten. Von den Exemplaren aus Steinheim und noch mehr von jenen aus La Grive St. Alban, Isére, unterscheiden sich diese Kiefer durch ihre auffallende Kleinheit, sodaß man versucht sein könnte, eine neue Art darauf zu begründen, was aber insoferne nicht direkt notwendig erscheint, als der größere der beiden Kiefer hinter den kleinsten von Steinheim doch nur wenig zurücksteht.

---

[1]) Matthew C. W. D., Fossil Mammals of the Tertiary of Colorado. Memoirs of the American Museum of Natural History. New York 1901, Vol. I, p. 381, Fig. 7 und Wortman J. L. and Matthew W. D., The Ancestry of certain members of the Canidae, Viverridae and Procyonidae. Bull. American Museum Nat. Hist. New York 1899, p. 131, Fig. 21.

Die Gattung *Galerix* wird von Leche[1]) zu den *Erinaceiden* gestellt und als Vorläufer der lebenden ostasiatischen Gattung *Gymnura* betrachtet.

***Talpa minuta*** Blainville.[2]) Taf. I Fig. 11.

Von diesem kleinen Maulwurf war bisher mit Sicherheit nur der Humerus bekannt, von Steinheim und Biberach in Württemberg, Oppeln in Schlesien[3]) und Leoben in Steiermark, von den französischen Lokalitäten Sansan (Gérs) und von La Grive St. Alban (Isére) und unter den bayerischen obermiocänen Fundpunkten vom Häder bei Dinkelscherben und von Reisensburg bei Günzburg. Bei Attenfeld hat sich nun ein *Talpa*-Unterkiefer gefunden, der in seinen Dimensionen sehr gut zu den kleinen Oberarmknochen paßt, für welche die Species *P. minuta* aufgestellt wurde. Er zeigt zwar nur die Alveolen von $M_2$ und $M_3$, aber alle Details — weiter Abstand des aufsteigenden Astes von $M_3$, Krümmung des Unterrandes, Anwesenheit einer Leiste auf Innenseite des Kiefers zwischen $M_3$ und hinterem Alveolarkanal — finden sich in der nämlichen Ausbildung auch bei der lebenden *Talpa europaea*, die aber mindestens um ein Viertel größer ist.

## Rodentia, Nager.

***Prolagus oeningensis*** König. Taf. I Fig. 13.

Kiefer und Zähne dieses kleinen Pfeifhasen gehören zu den häufigeren Funden in obermiocänen Süßwasserablagerungen, soferne sie überhaupt Überreste von kleineren Säugetieren enthalten. Auch von Attenfeld liegen vor zwei vollständige Unterkiefer, mehrere isolierte Oberkieferzähne, zwei Humeri und drei Ulnae, ein Radius, vier Femora, fünf Tibiae, vier Metapodien und zwei Phalangen. Da die Zähne dieser Art längst schon gut bekannt sind und die Extremitätenknochen keine nennenswerten Unterschiede gegenüber den lebenden Pfeifhasen aufweisen, kann ich von einer eingehenden Beschreibung Abstand nehmen.

---

[1]) Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere. II. Teil. Phylogenie. 1. Heft. Die Familie der *Erinaceidae*. Zoologica. Stuttgart. XV. Bd. 1902, p. 11.

[2]) Gaillard Claude, Mammiféres miocènes. Archives du Museum d'histoire naturelle de Lyon. T. VII. 1899, p. 27, Fig. 17.

[3]) Wegner R., Tertiär und umgelagerte Kreide bei Oppeln, Oberschlesien. Palaeontographica. Bd. LX. 1913, p. 220, Taf. XI, Fig. 23.

### *Titanomys Fontannesi* Depéret. Taf. I Fig. 7. 14—16.

Dieser große, aber im Zahnbau noch primitivere Pfeifhase war bis vor kurzem nur von der französischen Lokalität La Grive St. Alban (Isére) bekannt. Erst vor wenig Jahren konnte ihn Wegner[1]) auch in Deutschland nachweisen bei Oppeln in Schlesien, jedoch nur in isolierten Zähnen. Umso erfreulicher ist es, daß jetzt auch Attenfeld außer einem gut erhaltenen Unterkiefer mit sämtlichen Zähnen und einem Unterkieferbruchstück auch vier obere Backenzähne und Extremitätenknochen geliefert hat, je ein Fragment von Humerus, Ulna und Tibia, beide Beckenhälften, ein Sacrum, ein Calcaneum, ein Metacarpale II und ein Metatarsale III. Von anderen Nagetierknochen unterscheiden sie sich sehr leicht, dagegen zeigen sie alle Merkmale von Hasen, sodaß keine besondere Beschreibung, abgesehen von einigen Maßangaben, notwendig erscheint.

Die Gattung *Titanomys* ist primitiver und tritt auch schon früher auf als die Gattung *Prolagus*, die aber wohl aus ihr hervorgegangen sein dürfte. *Titanomys* hat nur zwei Pfeiler an $P_3$, dafür ist $M_3$ aus zwei Pfeilern gebildet, während bei *Prolagus* $P_3$ komplizierter geworden und $M_3$ zu einem einzigen Pfeiler reduziert ist. *Titanomys* erscheint zuerst im obersten Oligocän Peublanc, Dép. Allier, und stammt vermutlich von einer bis jetzt unbekannten Mischform, aus welcher auch die im nordamerikanischen Oligocän auftretende Gattung *Palaeolagus* hervorgegangen ist.

Länge der unteren Zahnreihe = 12 mm.
Humerus, Breite am distalen Ende = 7 mm.
Metacarpale II, Länge = 17 mm.
Pelvis, Durchmesser des Acetalulum = 7 mm.
Tibia, Breite am distalen Ende = 17,5 mm.
Calcaneum, Länge = 16,5 mm.
Metatarsale III, Länge = 34 mm.

### *Cricetodon minus* Lartet. Taf. I Fig. 12.

Dieser kleinste und zugleich häufigste aller im Obermiocän vorkommenden Muriden ist auch bei Attenfeld vertreten durch einen rechten Unterkiefer, zwei untere Nagezähne und ein Femur.

### *Cricetodon cfr. medium* Lartet.

Von diesem etwas größeren, aber stets selteneren Muriden liegen nur Extremitätenknochen vor, die obere Hälfte eines Humerus, zwei Femora und eine Tibia.

---

[1]) Wegner R., Tertiär und umgelagerte Kreide bei Oppeln, Oberschlesien. Palaeontographica. Bd. LX. 1913, p. 237, Taf. XI, Fig. 16—22.

### *Sciurus* sp.

Die Anwesenheit von *Sciurus* in der Fauna von Attenfeld geht hervor aus dem Funde eines oberen Nagezahns. Er gehört einer sehr kleinen Art an, vielleicht dem *Sciurus Bredai* v. Meyer aus Oeningen. Auch ein distales Tibia-Ende dürfte auf dieses Eichhörnchen zu beziehen sein.

Eine größere Art ist angedeutet durch ein Femuroberende.

## Aves, Vögel.

Vogelreste kommen in der Spaltausfüllung von Attenfeld verhältnismäßig nicht besonders selten vor, aber der Erhaltungszustand ist meistens ungenügend, und außerdem sind es vielfach solche Knochen, die schon an sich wenig charakteristisch sind. Etwas weniger als die Hälfte gehört vielleicht einer Ente, der im Obermiocän nicht allzu seltenen *Anas velox* M. Edwards an, darunter das distale Ende eines Tibiotarsus und ein Zehenglied.

Von einem Singvogel liegt ein Metacarpus (Taf. I Fig. 6) von 9,5 mm Länge vor, der natürlich keine nähere Bestimmung gestattet. Milne Edwards fand *Fringilliden* in den gleichalterigen Süßwasserschichten von Sansan, Dép. Gers, aber der vorliegende Metacarpus ist für alle Sansaner *Passeres* zu klein.

Günstiger sind die Verhältnisse bei den größten vorhandenen Vogelknochen, denn unter ihnen befindet sich ein Fragment eines Metatarsus (Taf. I Fig. 5), an welchen seitlich ein langer Sporn hervorragt, womit sich dieser Knochen mit aller Entschiedenheit als der eines Hühnervogels kennzeichnet.

Von bespornten *Gallinae* kommt *Phasianus* schon mit drei Arten im Obermiocän vor, in Sansan *Ph. altus* und *medius* M Edwards, in der Touraine *Ph. Desnoyeri* M Edwards.[1])

In der Größe steht der Attenfelder Tarsometatarsus dem von M. Edwards abgebildeten 10 cm langen von *Phasianus altus* sehr nahe, sodaß die spezifische Identität sehr wahrscheinlich ist. Depéret hat diese Art auch bei La Grive St. Alban und Lydekker[2]) in Oeningen nachgewiesen.

Wahrscheinlich gehören zu dieser Art auch noch einige andere Vogelknochen von Attenfeld, nämlich zwei Humerusfragmente, das eine mit den distalen Gelenken, zwei Radiusoberenden, zwei Bruchstücke von Metacarpi, ein distales Gelenk von Tibiotarsus, zwei Halswirbel und eine Kralle.

---

[1]) Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de France. Paris 1867—72. Vol. II, p. 239, pl. 131, Fig. 27—36.

[2]) Catalog of the fossil birds. British Museum. 1891, p. 140.

## Reptilia.

### *Prospeudopus Fraasi* Hilgendorff.[1]) Taf. I Fig. 4.

Dieser mit dem fußlosen, in Südeuropa lebenden Scheltopustik, *Ophisaurus*, nahe verwandte Eidechse war lange Zeit nur von Steinheim und von Sansan bekannt. Erst vor kurzem hat sie Wegner[2]) auch bei Oppeln in Oberschlesien nachgewiesen, und eine ähnliche, aber sicher nicht identische Form fand Kórmos[3]) im Unterpliocän von Polgárdi in Ungarn, die er auch nicht zu *Propseudopus* sondern zur lebenden Gattung *Ophisaurus* gestellt hat.

In der Spaltausfüllung von Attenfeld sind nun ebenfalls Reste von *Propseudopus* zum Vorschein gekommen. Sie bestehen aus einem linken Maxillare, zwei rechten Dentalia, einem Pterygoid, einer Schädelplatte, die sich durch die Anwesenheit eines medianen Loches als die verschmolzenen Parietalia erweist, ferner sieben Rücken- und drei Schwanzwirbeln und einigen Rippen.

An dem vollständigeren Dentale sind fünf große Zähne vorhanden. Vor diesen steht noch ein mittelgroßer und drei kleine. An dem Maxillare befinden sich nur mehr zwei Zähne, ein großer sehr weit hinten und ein kleiner sehr weit vorne. Das Pterygoid trägt eine Menge fast gleich großer, ziemlich unregelmäßig gruppierter Zähnchen, von denen selbst die größten fast noch kleiner sind als die kleinsten des Dentale. Das Parietale besitzt ein sehr kleines, schräg nach innen verlaufendes Pinealforamen und auf seiner Oberseite zahlreiche feine Runzeln. Die Wirbel bieten nichts Neues..

### *Ophidier: Protropidonotus neglectus* n. g. n. sp. Taf. I Fig. 2. 3.

Schlangenwirbel zählen bei Attenfeld zu den häufigsten Wirbeltierresten. Die größten haben eine Länge von 10 mm und an den Zygapophysen eine Breite von 13 mm. Die Mehrzahl ist um ein geringes kleiner, etwa 8 mm lang, sie zeigen aber den nämlichen Bau wie die größten. Es gibt aber auch noch kleinere von nur 6 mm und sogar von nur 3,5 mm Länge, die sich aber gleichfalls sonst in keiner Weise von den größten unterscheiden. Alle diese Wirbel stimmen sehr gut mit jenen aus Sansan, Dép. Gérs, überein, welche P. Gervais[4]) abgebildet, aber leider nicht einmal generisch bestimmt hat. Die kleinsten Wirbel von Attenfeld stehen in ihren Dimensionen den Ger-

---

[1]) Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXVIII. 1885, p. 358, Taf. 15. 16.

[2]) Wegner R., Tertiär und umgelagerte Kreide von Oppeln, Oberschlesien. Palaeontographica. Bd. LX. 1913, p. 212, Taf. X, Fig. 2.

[3]) Kórmos Th., Der pliocäne Knochenfund bei Polgárdi. Földtani Köslöny. Bd. XII. 1911, p. 17, Fig. 19.

[4]) Zoologie et Paléontologie francaise, pl. 64, Fig. 17.

vaisschen Originalen zu Figur 18 und 19 sehr nahe. Höchst wahrscheinlich haben wir es hier mit verschieden großen — alten und jungen Individuen von ein und derselben Spezies zu tun. Auch beruht die Größendifferenz zum Teil darauf, daß die Wirbel eben aus verschiedenen Körperregionen stammen. Nach einem Exemplare von *Tropidonotus natrix* von etwa 80 cm Länge, dessen größte Wirbel 5 mm lang sind, ergibt sich für die größten Individuen der Schlange von Attenfeld eine Länge von 150—160 cm.

Was die generische Bestimmung der Wirbel betrifft, so darf man sie wohl unbedenklich in die nächste Nähe der lebenden Gattung *Tropidonotus* stellen. Der einzige Unterschied besteht darin, daß der Dornfortsatz an keinem der vorhandenen Wirbel so hoch wird wie bei *Tropidonotus.* Aus dem Flinz der bayerisch-schwäbischen Hochebene erwähnt Roger[1]) das Vorkommen einer von Rochebrune[2]) als *Tamnophis Poucheti* beschriebenen Schlange von Sansan. Da sie aber mit Fig. 16 in Gervais' Zoologie et Paléontologie identifiziert wird, kann diese Gattung und Spezies für die Attenfelder Wirbel nicht in Betracht kommen. Sehr ähnliche Wirbel finden sich auch schon im Untermiocän und Oberoligocän des Mainzer Beckens, Weisenau und Flörsheim — und in gleichalterigen Schichten in Frankreich — St. Gérand le Puy und Peublanc, Dép. Allier, aber keiner der mir vorliegenden Wirbel überschreitet die Dimensionen von *Tropidonotus natrix.* Dagegen stimmen Wirbel aus dem Unterpliocän von Polgárdi im ungarischen Komitat Fejér in der Größe sehr gut mit den größten von Attenfeld überein.

Es dürfte sich empfehlen, für diesen vom Oberoligocän bis in das Pliocän reichenden Schlangentypus, der aller Wahrscheinlichkeit nach der Vorfahre der lebenden Gattung *Tropidonotus* ist, einen besonderen Namen — *Protropidonotus* — vorzuschlagen. Das Vorkommen in aquatilen Ablagerungen oder wie in Attenfeld und vielleicht auch bei Peublanc in Ausfüllungen von ehemaligen Quelltümpeln macht es überaus wahrscheinlich, daß diese Schlange wie die Ringelnatter am Ufer gelebt und im Wasser Frösche und kleinere Fische gejagt hat.

### *Chelonia: Testudo antiqua* Bronn.

Die Platten dieser Schildkröte machen bei Attenfeld sicher mindestens die Hälfte aller dort vorkommenden Wirbeltierreste aus, allein bei der Aufsammlung mußte, um die doch unvergleichlich wichtigeren Knochen und Zähne

[1]) Wirbeltiere aus dem Dinotheriumsand. 33. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. 1898, p. 389,

[2]) Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle. Paris. III. 1880, pl. XII, Fig. 5.

der Säugetiere aus der meist ziemlich festen Gesteinsmasse zu gewinnen, das Schildkrötenmaterial mehr oder weniger geopfert werden, was umso eher geschehen durfte, als sich doch gleich anfangs herausstellte, daß von Schildkröten überhaupt nur zwei Arten — *Testudo antiqua* und *Clemmys cfr. guntiana* vorhanden sind, von denen aber die letztere nur durch spärliche Überreste und noch dazu nur von jungen Exemplaren vertreten ist.

So zahlreich nun auch die Überreste von *Testudo antiqua* bei Attenfeld sind, so verlohnt es sich doch nicht sie näher zu besprechen, da nur wenige Platten aneinander passen und diese Art ohnehin schon sehr gut von H. v. Meyer[1]) beschrieben worden ist. Es genügt zu bemerken, daß unter dem Attenfelder Materiale alle möglichen Altersstadien vertreten sind, daß aber selbst die größten, wie aus den Vergleichen der wichtigsten Platten Nuchale, Pygale, Peripherale I, II, VII, VIII, IX, Entoplastron, Epiplastron und Xiphiplastron hervorgeht, nicht ganz die Dimensionen des H. v. Meyerschen Originales von Pfrungen im Saalgau erreichen, die meisten sind nur etwa halb so groß. Es darf also das Exemplar von Pfrungen wohl als ein vollkommen ausgewachsenes Individuum betrachtet werden.

*Testudo antiqua* lebte zweifellos wie alle *Testudo*-Arten ausschließlich auf trockenem Grunde. Die Anhäufung der vielen Platten in der Attenfelder Spaltausfüllung haben wir uns dadurch zu erklären, daß die Tiere beim Trinken ins Wasser fielen und sich an den steilen Wänden des Quelltrichters nicht mehr herausarbeiten konnten und so schließlich den Tod durch Ertrinken fanden. Auch ist es nicht ausgeschlossen, daß der Quelltümpel von Wasserpflanzen überwuchert war, in denen sich die Schildkröten verstrickten und so zugrunde gehen mußten.

*Testudo antiqua* steht der größten in Europa lebenden *Testudo*, der *T. marginata* so nahe, daß sie Depéret[2]) als den direkten Vorläufer der rezenten Art bezeichnet.

### ***Clemmys cfr. guntiana*** Roger.[3])

Von dieser im Flinz von Günzburg so häufigen Sumpfschildkröte finden sich zwar auch bei Attenfeld vereinzelte Platten, aber sie verschwinden fast gegenüber denen von *Testudo antiqua*. Sie gehören etwa drei Individuen an,

---

[1]) Bronn, Nova Acta Acad. Leopold Carol. XV. 1831, p. 201, Taf. 63. 64. — H. v. Meyer, Palaeontographica. Bd. XV. 1865—68, p. 201, Taf. 23. 24.

[2]) Vertebrés miocénes de la Vallée du Rhône. Archives du Museum d'histoire naturelle de Lyon. T. XV. 1887, p. 290.

[3]) 35. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. 1902, p. 44, Taf. II, Fig. 1—3. Taf. III, Fig. 5—9.

die sämtlich erst etwa die halbe Größe der Günzburger Exemplare erreicht haben, was sich besonders an dem vorliegenden Nuchale, den Neuralia und den hinteren Peripheralia zeigt.

Ständiger Bewohner des ehemaligen Attenfelder Quelltümpels dürfte *Clemmys* kaum gewesen sein, was schon aus der Seltenheit ihrer Reste hervorgeht. Daß sie überhaupt vorhanden ist, darf uns deshalb nicht überraschen, weil die Entfernung unseres Fundplatzes vom Rand des Glimmersandes, dem ehemaligen Ufer des miocänen Süßwasserbeckens, höchstens 500 Meter beträgt. Diese kleine Strecke war natürlich kein Hindernis für die Wanderung einzelner Individuen einer Sumpfschildkröte.

## Amphibia.

### *Rana. Palaeobatrachus?* Taf. I Fig. 1.

Knochen von Fröschen zählen bei Attenfeld zu den größten Seltenheiten, und selbst die wenigen vorliegenden Stücke sind so ungenügend erhalten, daß man lediglich die Anwesenheit von zwei Arten, einer größeren und einer kleineren, feststellen kann. Die erstere ist vertreten durch zwei Tibien, einen Coccyx, ein Ilium und einen Wirbel, die kleinere durch zwei Humeri.

## Die Höhle von Buchenhüll bei Eichstätt.

Gegen Ende des Sommers 1911 erhielt ich von Herrn Forstrat W. Gareis die Nachricht, daß sein Sohn, Herr Karl Gareis, stud. phil., die Ausgrabung einer Höhle unternommen habe, und zugleich die Einladung, diese Lokalität zu besichtigen und die gefundenen Tierreste zu bestimmen. Dank der außerordentlichen Sorgfalt und Geschicklichkeit, welche Herr Karl Gareis bei dieser Ausgrabung bewies, konnte ich meine Anwesenheit auf einige Tage im September 1911 und Ende März 1912, wo die Arbeit beendet wurde, beschränken und für die übrige Zeit die gesamte Tätigkeit dem genannten Herrn überlassen. Hingegen erforderte die Ordnung und Bestimmung der Tierknochen meinerseits einen im ganzen etwa zweiwöchigen Aufenthalt in Eichstätt. Die Montierung der im dortigen Luitpold-Museum aufgestellten Skelette besorgte unter meiner Leitung der frühere Präparator der Münchner paläontologischen Staatssammlung Karl Reitter.

Es ist mir eine angenehme Pflicht Herrn Forstrat Gareis für seine vielfachen, mir bei meinem wiederholten Aufenthalt in Eichstätt erwiesenen Gefälligkeiten, durch welche mir meine Arbeiten wesentlich erleichtert wurden, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Großen Dank schulde ich auch Herrn Karl Gareis für seine Skizzen und photographischen Aufnahmen der Höhle, welche das Verständnis der vorliegenden Arbeit erheblich fördern dürften. Zu großem Dank bin ich auch Herrn Spitalverwalter K. Leber in Eichstätt verpflichtet für die Erlaubnis des näheren Studiums der im Luitpold-Museum aufbewahrten Tierreste.

Was die topographischen Verhältnisse der Höhle betrifft, so sind dieselben recht verschieden von denen aller Höhlen in Franken und der Oberpfalz, die ich früher untersucht hatte. Während diese in der Regel wenigstens, soweit sie Tierreste in größerer Menge enthalten, mit einer großen, weithin sichtbaren Halle zu Tag ausmünden, war hier von der etwa 25 Meter langen und im hinteren Teil 5 Meter breiten Höhle ursprünglich nichts weiter zu bemerken als ein kaum 1 Meter hohes und ungefähr ebenso breites Eingangsloch, das noch dazu ganz in Jungwald versteckt lag, sodaß seine Entdeckung lediglich dem Spürsinn eines Försters, des Herrn Häußler zu verdanken ist.

Von Eichstätt ist diese zwischen Inching und Buchenhüll, im obersten Drittel des bei Walting ausmündenden Buchenhüller Trockentälchens gelegene Höhle etwa 8 Kilometer entfernt. Ihr Eingang liegt an der Ostseite einer Juradolomitkuppe ungefähr 4 Meter unterhalb des Plateaurandes. Eigentümer des Grundstücks und somit auch der in der Höhle gefundenen Tierreste ist die Eichstätter Spitalverwaltung, welche auch die nicht unerheblichen Kosten der Ausgrabung und der Aufstellung der Skelette, Schädel und Knochen im Luitpold-Museum bestritt.

Wie bereits erwähnt hatte der Eingang der Höhle ursprünglich nur eine Höhe und Breite von einem Meter, aber schon nach kaum einem Meter senkt sich die Decke so tief herab, daß diese Stelle vor der Grabung nur kriechend passiert werden konnte, dagegen nimmt die Höhe dahinter wieder so weit zu, daß sie schon damals das Aufrechtgehen gestattete. Vom zehnten Meter an erreicht die Höhle das Maximum ihrer Höhe mit 3—4 Meter. Der Boden verlief bis ungefähr zu dieser schwach vertieften Stelle nahezu eben. Um die Grabung zu erleichtern und die Materialförderung mittelst Rollbahn bewerkstelligen zu können, wurde die Sohle der gangartigen Vorderhälfte der Höhle um etwa einen Meter tiefer gelegt, wobei sich zeigte, daß der bisherige Höhlenboden nicht aus gewachsenem Felsen, sondern aus einer Anhäufung verschieden großer, von der Decke abgewitterter, ganz unregelmäßig geformter Dolomitblöcke und dazwischen eingeschwemmtem Lehm bestand ohne jegliche Spur von Tier- oder gar von Menschenresten, sodaß die vollständige Ausräumung dieses Materials ganz zwecklos gewesen wäre.

Zwischen dem 10. und 12. Meter befand sich ein ungemein steiler, aus Lehm und kleinen Steinbrocken gebildeter Schuttkegel, welcher sich in einen Schlot an der Decke fortsetzte. Bei Beendigung der Ausgrabung sah man, daß dieser nach oben weiter wurde und ungefähr nach 5 Metern als Trichter von etwas über 4 Meter Durchmesser über Tag mündete. Seine Steilheit verdankte der Schuttkegel offenbar der Abspülung durch Sickerwässer, die von ihm so viel Material wegführten, daß man links an ihm vorbei ganz bequem in den hinteren Teil gelangen konnte. Bis zu diesem Schuttkegel ist die Höhle nichts weiter als ein nahezu geradliniger, fast horizontal verlaufender Spalt, der sich übrigens auch im wesentlichen in der gleichen Richtung — OW — nach hinten fortsetzt und zweifellos an der Nordseite der die Höhle umschließenden Dolomitkuppe zutage tritt, aber bald zu einem Schlupf sich verengt, welcher nur für Dachse und Füchse passierbar ist. Daß solche Tiere hier ein- und ausgingen und noch heutzutage diesen Schlupf benützen, beweisen nicht nur die in der Höhle gefundenen Knochen von Hasen, jungen

Rehen und Hausgeflügel sondern vor allem der Umstand, daß vor einem gerade in der Richtung der Spalte liegenden Felsenloch der zu einem in der Höhle ausgegrabenen Rhinocerosgebiß gehörige linke untere Molar, $M_3$, zum Vorschein kam. Junge Füchse oder Dachse haben ihn offenbar vor der Höhlenausgrabung herausgeschleppt, denn er war ganz mit Moos überzogen. Die Fundstelle ist etwa 16 Meter vom Schuttkegel entfernt.

Hinter dem Schuttkegel nimmt die Höhe und Breite der Höhle beträchtlich zu. Sie erweitert sich zu einer ungefähr 10—12 Meter langen und gegen 5 Meter breiten Kammer, welche im vorderen Teil Lehm und anderes feineres lockeres Material mit vielen Tierknochen enthielt. In den unteren Lagen kamen lose, verschieden große Dolomitblöcke und Tropfsteine zum Vorschein, während die oberen mit Dolomitplatten vermischt waren, die sich von der Decke abgelöst hatten. Diese Abblätterung geht noch fortwährend vor sich. Soferne alle lockeren Platten weggeführt würden, dürfte wohl im Hintergrund der Kammer der erwähnte Schlupf sichtbar werden, ja es wäre nicht ausgeschlossen, daß man ihn bis über Tag verfolgen könnte, bis zu seiner Mündung an der Felsnische auf der Nordseite der Dolomitkuppe.

Der Höhlenlehm mit den Tierresten keilt sich nach hinten zu aus unter der immer mächtiger werdenden Decke von losen Steinplatten, welche zuletzt den ganzen hinteren Raum ausfüllen bis auf den von Füchsen und Dachsen benützten Schlupf. Mit der Mächtigkeit des Höhlenlehms nimmt auch die Zahl der Tierreste immer mehr ab, jedoch fanden sich da, wo der Höhlenlehm fast schon ganz fehlte, beinahe sämtliche Skeletteile der einen Hyäne, nur unter den losen Platten begraben. Die Platten sind zwar alle ziemlich dünn, sie haben jedoch zum Teil einen sehr bedeutenden Umfang, die Breite und Länge beträgt bei manchen über 1 Meter. In den obersten Lagen der losen Platten sowie im obersten Teil des Lehms kamen viele Knochen von Hasen, Reh und Geflügel zum Vorschein, die von den offenbar auch noch jetzt in der Höhle hausenden Raubtieren eingeschleppt und hier verzehrt wurden.

An einer Stelle der Decke bemerkt man einen dicken Überzug von dichtem Kalksinter, dem am Boden der Höhle ein noch stehender Stalagmit und einige lose und umgefallene Tropfsteine entsprechen. Dieser Sinter schließt wahrscheinlich eine früher über Tag ausmündende Spalte.

Das Material des Höhlenbodens besteht aus zum Teil sehr großen Dolomitblöcken mit dazwischen eingeschwemmtem Lehm, und diese Massen sind stellenweise versintert. Mit Ausnahme der Felsbrocken und etwaigem Verwitterungslehm und Dolomitsand, der sich aus dem Dolomit der Höhlenwände gebildet hat, ist alles lockere Material vom Plateau herab durch einen im

unteren Teil etwas schräg, weiter oben hingegen senkrecht ansteigenden Schlot in die Höhle gelangt. Es geht dies mit aller Bestimmtheit schon daraus hervor, daß dem lehmigen Material auch Quarz- und Quarzitgerölle beigemengt sind, wie sie allenthalben bei Buchenhüll in der lehmigen Albüberdeckung vorkommen. Ihre Herkunft ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit ermittelt. Wir wissen nur so viel, daß sie im Obermiocän wohl von Norden her durch einen oder mehrere Flüsse transportiert worden sein müssen, denn in einer mit solchen Geröllen ausgefüllten Spalte im Juradolomit von Großmehring, östlich von Ingolstadt, fanden sich auch Zähne von *Mastodon angustidens.*

Der erwähnte, anfangs schräg aufsteigende, dann aber fast senkrechte Schlot hat unten einen Durchmesser von ungefähr 3 Meter, an seinem Oberrand am Plateau hat er mehr elliptischen Umriß, und sein größter Durchmesser von etwas über 4 Meter ist nahezu senkrecht zur Längsachse der Höhle gerichtet. Der Schlot schraubt sich seitlich von der Höhlenkammer aus in nördlicher Richtung in die Höhe. Seine Wandungen sind teilweise oberflächlich zu Dolomitsand verwittert, auch haben sich Einbuchtungen und an der Stelle, wo die Schlotrichtung umbiegt, sogar eine ziemlich große beckenförmige Vertiefung gebildet, die für Ansammlung der Tierknochen sehr günstig war.

Ursprünglich war dieser Schlot nichts anderes als eine in der Hauptsache senkrechte Spalte, die mit der horizontalen, den Höhlengang bildenden Spalte zusammentraf. Diese Verschneidung begünstigte natürlich die Lockerung und Verwitterung des Dolomits und namentlich auch die Auslaugung des Kalkes durch Sickerwasser, die zugleich den zurückbleibenden Lehm und Sand wegspülten und so die Erweiterung des Hohlraumes bewerkstelligten. Durch diesen immer fortschreitenden Vorgang entstand die Höhlenkammer, die übrigens auch jetzt noch in der Erweiterung begriffen ist. Jedoch betrifft diese Vergrößerung fast ausschließlich den hinteren Teil der Höhle und geschieht auch vorwiegend auf trockenem Wege durch Abblätterung von der Decke. Es bildet sich hier kein Höhlenlehm und Dolomitsand, sondern ein Haufwerk von lockeren Steinplatten, während in dem vorderen Teil der Höhle die Tätigkeit der Sickerwasser, die chemische Auslaugung des Gesteins, die Abspülung des feinen lehmig-sandigen Rückstandes und die Abbröckelung von Dolomittrümmern die Ursache der Höhlenbildung war. Gefördert wurde dabei die Erweiterung der Hohlräume natürlich dadurch, daß unterwaschene lockere Dolomitbrocken ihres Haltes beraubt zu Boden stürzten.

Der Umstand, daß die zahlreichen, bei der Ausgrabung der Buchenhüller Höhle zutage geförderten Tierreste ausschließlich in dem Schlot und unter

seiner Mündung verstreut in dem herabgestürzten Höhlenlehm lagen, zeigt mit aller Entschiedenheit, daß die Tiere nicht durch den Eingang und den anschließenden Stollen in die eigentliche Höhlenkammer gelangt sein können, vielleicht mit Ausnahme der beiden Hyänen, sondern daß ihre Kadaver sich in dem Schlote selbst angesammelt haben müssen.

Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir uns diesen Schlot als den Überrest einer ehemaligen Doline vorstellen, deren oberer Rand freilich in der letzten Zeit des Pleistocäns der Abtragung durch Wind und Abspülung der feinsten Gesteinspartikel zum Opfer gefallen ist. Solche Dolinen sind im Eichstätter Jura auch in der Gegenwart keine Seltenheit und den Einheimischen wohlbekannt unter dem Namen „Reindel“. Manche dieser Dolinen, deren Boden mit Lehm bedeckt ist, füllen sich zeitweilig mit Wasser und hier findet sich dann Wild zur Tränke ein. Wie mir Herr Forstrat Gareis erzählte, kommt es manchmal vor, daß man in solchen mit Wasser gefüllten Löchern verendete Rehe findet, die beim Trinken ins Wasser gefallen waren und sich an dem steilen Rand nicht mehr emporarbeiten konnten.

Auf solche Weise dürfen wir uns nun auch den Tod der vielen Hirsche, Pferde, der Bison, der Nashörner und der Mammut und die massenhafte Anhäufung ihrer Knochen erklären. Für diese Erklärung haben wir eine gewichtige Stütze in der Tatsache, daß die einzelnen Skelette für Höhlenfunde ungewöhnlich vollständig sind, und vor allem darin, daß sehr häufig noch größere Wirbelpartien und benachbarte Extremitätenknochen, z. B. Tarsalia mit dem dazugehörigen Metatarsus noch in ihrem ursprünglichen Zusammenhang geblieben sind. Wir haben also anzunehmen, daß auch hier ehemals ein zeitweilig oder stets mit Wasser gefüllter Dolinentrichter vorhanden war, den die Tiere zur Tränke aufsuchten. Dabei ereignete es sich nicht selten, daß das eine oder andere, ja öfters sogar mehrere zugleich, wie das häufige Zusammenvorkommen von Muttertieren und Jungen zeigt, ins Wasser fielen und, da sie an den steilen Wänden des Dolinentrichters nicht mehr emporklimmen konnten, ihren Tod durch Ertrinken fanden. Immerhin muß ein sehr beträchtlicher Zeitraum verstrichen sein, bis alle uns überlieferten Individuen sich im Dolinentrichter angesammelt hatten. Auch währte es jedesmal ziemlich lange, bis die Weichteile eines Kadavers vollständig verwest und das Knochengerüst so weit in sich zusammengesunken war, daß dadurch wieder Raum für neu hinzugekommene Tierleichen geschaffen war, denn nur dann, wenn der Wasserspiegel so tief gesunken war, daß ein oder mehrere Kadaver zum größten Teil aus dem Wasser herausragten und dadurch die Luft reichlich Zutritt hatte, konnte der Verwesungsprozeß rascher von statten gehen.

Wenn wir versuchen, den Rauminhalt der hier überlieferten, noch dazu meist so gewaltigen Tierkörper abzuschätzen, so kommen wir mit fast 40 Kubikmeter[1]) der Wirklichkeit wohl ziemlich nahe. Der Dolinenschlot ist jetzt noch gegen 5 Meter hoch und sein Durchmesser beträgt 3—4 Meter. Sein Rauminhalt dürfte auf ungefähr 60 Kubikmeter zu veranschlagen sein. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Weite dieses Schlotes wenigstens zur Zeit als die ersten Tiere hinabstürzten, wohl noch nicht ihre jetzigen Maße erreicht hatte, daß aber dafür seine Höhe sicher viel beträchtlicher war. Für die Überlieferung der Tierknochen hatte jedoch der obere, jetzt nicht mehr vorhandene Teil wahrscheinlich nur geringe Bedeutung, denn nach der Verwesung des Kadavers sanken die Knochen auf den Boden der Doline, und von den zu oberst abgelagerten Individuen, es sind das Pferde und das zweite nur durch einen Humerus und eine Tibia angedeutete Mammut, ging mit der Abtragung des Dolinentrichters auch ein größerer oder kleinerer Teil des Skelettes zugrunde. Es wäre nicht unwichtig zu wissen, wie lange Zeit für die Verwesung etwa eines Hirsches erforderlich ist, unter ähnlichen Verhältnissen, wie sie hier gegeben waren, denn wir könnten daraus mit einiger Berechtigung auch annähernd berechnen, wie lange es gedauert hat, bis die hier gefundenen Reste unter dem von den Schlotwänden durch Verwitterung abgebröckelten Dolomitsand und dem vom Plateau hereingespülten Lehm begraben waren. Diese Einbettung erfolgte bei den größten Kadavern, so etwa bei dem vollkommen erhaltenen Mammut vielleicht schon vor der völligen Verwesung, sodaß an Stelle des Tierkörpers Hohlräume zurückblieben, die zwar durch darüber liegende Knochen vor plötzlicher Ausfüllung durch lockeres sandiges und lehmiges Material geschützt waren, ohne daß jedoch ein solches Schutzdach dem Druck der im Schlote sich ansammelnden Gesteinsmassen auf die Dauer hätte standhalten können. Wir müssen berücksichtigen, daß diese Massen stets in langsam gleitender Bewegung begriffen waren, die sich aber auch, wenn ihnen ein Hohlraum zugänglich wurde, zu stärkeren Rutschungen

---

[1]) Die Zahl der nachweisbaren Tierleichen und ihr ungefährer Rauminhalt:

Mammut, zwei Individuen, 6 Kubikmeter, je ein Individuum 3 Kubikmeter

Rhinoceros, zwei alte, zwei junge Individuen, 6 Kubikmeter, je ein altes Individuum 2, jedes junge 1 Kubikmeter

Pferd, drei bis vier alte, zwei junge Individuen, 7 Kubikmeter, je ein altes Individuum $1^1/_2$, jedes junge 1 Kubikmeter

Bison, drei nicht ganz ausgewachsene Individuen, 5 Kubikmeter, je ein Individuum $1^1/_2$? Kubikmeter

Riesenhirsch, zwei Individuen, 4 Kubikmeter, je ein Individuum 2 Kubikmeter

Hirsch, vier alte, ein junges Individuum, 5 Kubikmeter, je ein altes Individuum — das Kalb hatte schon fast die volle Größe —, 1 Kubikmeter

Renn, sieben alte, drei junge Individuen, 8 Kubikmeter, je ein altes Individuum nicht ganz 1 Kubikmeter.

steigern konnte. Besonders heftig war natürlich der Stoß, als die rutschenden Massen sich in den Hohlraum des Mammutrumpfes ergießen konnten. Aller Lehm mit den Knochen, die im Schlot lagen, wurde damals herausgeschleudert und über den größten Teil des Höhlenbodens verstreut. Selbst so schwere Stücke wie das Mammutbecken und die beiden zusammenhängenden Unterkiefer wurden mehrere Meter weit geschleudert. Nur der eine im Schlot verkeilte Stoßzahn und die in einer Felsennische geborgenen Oberkieferzähne und Schädelbruchstücke blieben vor diesem Absturz verschont. Später fanden allerdings kaum mehr stärkere Massenbewegungen statt, sondern in der Hauptsache bloß ein langsames Absinken des Schlotinhalts. Dagegen dürften vor jenem Sturz schon früher wenigstens zwei ähnliche Vorgänge sich ereignet haben. Bei dem ersten Massensturz bildete sich vermutlich der knochenfreie, aber viele Gerölle der Albüberdeckung einschließende Schuttkegel vor der Höhlenkammer, welcher dann durch Sickerwasser wieder so weit abgewaschen wurde, daß daneben ein Durchgang frei wurde. Sein Material ist die älteste Ausfüllung des Dolinenschlotes. Ein zweiter oder vielleicht dritter Absturz erfolgte, als die absinkenden Gesteinsmassen in die aus den Kadavern der Hirsche und Renntiere gebildeten Hohlräume sich ergießen konnten. Es geht dies daraus hervor, daß die Reste dieser Tiere eine förmliche Schicht am Boden der Höhle bildeten. Jedoch war dieser Sturz nicht so heftig wie der spätere, welcher die Mammutreste in die Höhle beförderte, denn ganze Wirbelreihen und Extremitätenteile blieben noch in ihrem ursprünglichen Zusammenhang, auch lagen diese Hirsch- und Renntierreste mehr oder weniger gerade unter der Mündung des Schlotes. Möglicherweise ging diesem Sturz ein anderer voraus, bei welchem die Rhinocerosreste in die Höhle gelangten. Sie befanden sich anscheinend am Anfang der Höhlenkammer in den tiefsten Lehmlagen, vermutlich direkt neben dem Schuttkegel. Die Knochen vom Riesenhirsch wurden im mittleren Teil des Schlotes gefunden, die der Pferde etwas höher oben. Nach dem Absturz des Mammutskelettes scheinen sich also die Gesteinsmassen so fest ineinander verkeilt zu haben, daß der Schlot unten abgeschlossen war, und nur an der fast senkrechten westlichen Wand erfolgte Abspülung, wodurch zwischen den Felsen und der Schlotausfüllungsmasse Hohlräume entstanden. Dagegen dauerte die Ablösung der plattigen Dolomitbrocken im hinteren Teil der Höhle fort und ist auch jetzt noch nicht beendet. Infolge der während der Würmeiszeit jedenfalls gesteigerten Abtragung der Oberfläche des Juraplateaus verschwand auch der oberste Teil der Doline und mit ihrem Gesteinsmaterial auch die von ihm umhüllten Tierreste. Vielleicht wurde von dieser Zerstörung auch das zweite Mammutskelett, von dem nur

ein Oberarm und ein Unterschenkelknochen übrig geblieben sind, betroffen. Sobald der sie umhüllende Lehm und Sand weggewaschen war, waren die Knochen, selbst wenn sie schon einen gewissen Grad von Fossilisation erreicht hatten, der Verwitterung und somit auch früher oder später der völligen Vernichtung preisgegeben. Auch die geringe Anzahl der Pferdeknochen, die in keinem Verhältnis steht zu der Zahl der vorhandenen Kiefer, läßt sich nur durch die zerstörende Wirkung der Verwitterung erklären. Ob jedoch dieser Vorgang sich wirklich erst bei der Zerstörung der oberen Partie der Doline und lange nach der Einbettung der Tierknochen in Lehm und Dolomitsand abgespielt hat, erscheint insoferne fraglich, als auch die Möglichkeit gegeben ist, daß die Verwitterung der Knochen schon bald nach dem Tode der Tiere begonnen hätte. Es ist nämlich recht wohl denkbar, daß die Doline längere Zeit wasserleer blieb, wodurch die freiliegenden Tierknochen der Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt waren und infolge davon vermorschten und zuletzt zu Staub zerfielen.

Die Buchenhüller Höhle ist ein schönes Beispiel für die Entstehung unterirdischer Hohlräume durch Erosion auf schon vorhandenen Spalten, denn die eigentliche Höhlenkammer liegt an dem Schnittpunkt von zwei Spalten, von denen die eine horizontal verlief, während die andere das Gestein in fast senkrechter Richtung durchsetzte. Begünstigt wurde die Höhlenbildung durch die dem Juradolomit eigene ungleiche Dichte und seine luckige, klotzige Ausbildung, denn hiedurch sind dem Sickerwasser die besten Angriffspunkte für die Gesteinsverwitterung gegeben, welche sich außer in der Auflösung des kohlensauren Kalkes auch in der Zerklüftung der festeren Partien zu unregelmäßigen Brocken äußert, aus deren Zwischenräumen dann der sandig lehmige Rückstand leicht herausgespült werden kann. Die Größe des sich bildenden Hohlraums ist natürlich abhängig von der Menge des eindringenden Sickerwassers und diese wieder auf einem senkrechten Spalt wesentlich größer als auf einem horizontalen. Daher blieb auch die Erweiterung des aus dem horizontalen Spalte entstehenden Ganges erheblich hinter der Erweiterung des aus dem vertikalen Spalt hervorgehenden Schlotes zurück. Als die Schlotmündung über Tag größer geworden war, wurde darin Lehm und Kieselgerölle der Albüberdeckung bei Regengüssen und wohl auch bei Schneeschmelze abgelagert und auf dem Lehm bildete sich vermutlich ein Wassertümpel, wodurch wieder eine Vermehrung der Sickerwasser und also auch eine verstärkte Auswaschung der feineren Verwitterungsprodukte des Spaltinhalts gegeben war, welche ihrerseits ein Nachsinken und Zusammensitzen des gröberen Materials ermöglichte. Durch diese sich immer wiederholenden Vorgänge wurde der Spalt zu einem

Dolinenschlot und seine Mündung über Tag zu einem Dolinentrichter, welcher zeitweise oder vielleicht auch ständig mit Wasser gefüllt war. An der Decke der Höhlenkammer bildeten sich aus dem stark kalkhaltigen Sickerwasser Sinterkrusten und Tropfsteine — Stalaktiten — und auf dem Höhlenboden Stalagmiten. Der nächste Vorgang war vermutlich die Entstehung des Schuttkegels, wobei Gerölle der miocänen Albüberdeckung in die Höhle gelangten. Für dieses Ereignis können zwei verschiedene Ursachen in Betracht kommen. Am nächsten liegt natürlich die Annahme, daß der Schlotinhalt bloß durch sein Eigengewicht an den durch Sickerwasser abgespülten feuchten Schlotwänden ins Rutschen kam und sich als steiler Kegel im vorderen Teil der Höhle ausbreitete. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß Tropfsteine und Dolomittrümmer von der Höhlendecke losbrachen und die damit verbundene Erschütterung den Schlotinhalt zum Abrutschen und Niederstürzen brachte. Die auf diese Weise entleerte Doline füllte sich mit Wasser, welches die Tiere zur Tränke aufsuchten. Dabei fielen jedoch nicht allzu selten namentlich Muttertiere mit Jungen in den Dolinenschlund, wo sie zu grunde gingen, da sie sich an den steilen Wänden des Trichters nicht mehr herausarbeiten konnten. Nach Verwesung der Weichteile sanken die Skelette in sich zusammen und wurden in dem von den Schlotwänden abbröckelnden Dolomitsand und dem vom Plateau aus eingeschwemmten Lehm begraben. Nach der Verteilung der Knochen der einzelnen Arten im Schutt der Höhle und in der Ausfüllungsmasse des Schlotes verunglückten zuerst die Renntiere und Edelhirsche, denn ihre Knochen befanden sich in den tiefsten Lagen des sandigen Höhlenlehms, und nach ihnen die Nashörner. Auf sie folgte das erste Mammut, vielleicht auch die Hyänen, soferne letztere nicht etwa doch in der Höhle selbst gelebt hatten. Die Überreste vom Riesenhirsch und jene der Pferde, und wahrscheinlich auch der Bison, sowie die dürftigen Überbleibsel von dem zweiten Mammut waren auf den oberen Teil des Schlotes beschränkt. Die Unvollständigkeit ihrer Skelette ist etwa dadurch zu erklären, daß die jetzt fehlenden Knochen frei in der Doline lagen und so der Verwitterung und dem gänzlichen Zerfall preisgegeben waren, jedoch erscheint auch die Möglichkeit, daß sie bei der fortschreitenden Abtragung des Juraplateaus und somit auch des oberen Teiles der ehemaligen Doline der Zerstörung anheimfielen, keineswegs ausgeschlossen.

Aus diesen soeben geschilderten Verhältnissen ergibt sich, daß die Buchenhüller Höhlenfunde nicht nur wegen der Vollständigkeit der tierischen Reste sondern auch wegen der ganz einzigen Art der Ablagerung, die bisher in bayerischen Höhlen noch nicht beobachtet worden war, hervorragende Bedeutung haben.

*Elephas primigenius* Blumenb.

Von den beiden vorhandenen Mammut-Individuen ist das im obersten Teil des Dolinenschlotes bei der Abrasion und Deflation der Gesteinsmassen der Plateauoberfläche und der obersten Lagen der Schlotausfüllung bis auf den linken Humerus und die rechte Tibia durch Verwitterung zu grunde gegangen, nur die genannten beiden Knochen sanken vermutlich nach der Verwesung der Weichteile bei einem Nachrutschen des umgebenden Schuttes etwas tiefer herab und entgingen so der Zerstörung. Dagegen kann die Erhaltung des anderen Individuums in Anbetracht seiner Einbettung in fest verkeilte schwere Gesteinsmassen, die noch dazu fortwährend in abwärts gleitender Bewegung und Pressung begriffen. waren, sogar als sehr vollkommen bezeichnet werden, denn die beiden Unterkiefer sowie die Beckenhälften blieben noch in natürlichem Zusammenhang, auch sind alle paarigen Extremitätenknochen mit Ausnahme der Fibulae, des linken Schulterblattes und der linken Unterarmknochen sowie alle Halswirbel und andere Wirbel erhalten geblieben, wenn schon fast alle Epiphysen fehlen und die Wirbelkörper zerrieben worden sind. Daß sich von dem ohnehin leicht zerbrechlichen Schädel nur Trümmer erhalten haben, kann uns bei den darauf drückenden rutschigen, sicher ursprünglich 5—6 Meter mächtigen Gesteinsmassen nicht überraschen, sind ja doch sogar die beiden riesigen Stoßzähne breit gequetscht und in zahllose kleine Splitter zerdrückt worden, sodaß nur einer gerettet werden konnte. Eine solche Quetschung, die noch dazu den ganzen Zahn, nicht bloß, wie das ja nicht selten ist, nur die Pulpahöhle deformierte, läßt sich eben nur dadurch erklären, daß der ganze Schlotinhalt stets in sehr labilem Gleichgewicht sich befand, weil er dem Höhlenboden nicht fest auflag, sondern bloß durch an den Wänden verkeilte Knochen getragen wurde, was natürlich wiederholte Nachrutschungen zur Folge hatte. Immerhin hat es den Anschein, als ob nur ein einmaliger großer Absturz und zwar durch das Absinken der Mammutknochen stattgefunden hätte, wobei die in Zusammenhang bleibenden Unterkiefer mehrere Meter und das Becken gut 1 Meter von der Schlotmündung und der Stoßzahn direkt unter dieselbe zu liegen kamen, während der andere Stoßzahn in der Mündung stecken blieb, und die beiden Oberkiefermolaren sowie die Extremitätenknochen noch höher oben in einer Nische ihren Stützpunkt fanden.

Eine genauere Beschreibung dieser Mammutreste ist mir aus mehrfachen Gründen nicht möglich. Schon die ungenügende Erhaltung der Extremitätenknochen, an denen alle Ober- und Unterenden fehlen, und die Verdrückung des Stoßzahnes, an welchem mindestens das vordere Drittel verloren gegangen

ist, würden doch nie und nimmer einen Schluß auf die wirkliche Größe des Tieres und die wirkliche Form der Stoßzähne gestatten. Vor allem aber mußte die Montierung und Aufstellung im Eichstätter Luitpold-Museum möglichst bald erfolgen, wodurch ein genaueres Studium wesentlich erschwert und das Zeichnen der Backenzähne ganz unmöglich wurde. Ich glaube mich daher auf einige wenige Angaben beschränken zu dürfen.

Die Länge des Stoßzahns können wir unter Zugrundelegung der Krümmung mindestens auf $3^1/_2$ Meter schätzen, er übertrifft also jedenfalls sowohl jene des von Felix[1]) als auch die des von Dietrich[2]) beschriebenen Individuums, dagegen ist die Krümmung entschieden viel geringer. In beiden Merkmalen kommt ihm ein Stoßzahn aus dem Löß von Klingenberg a. M., der sich in der Münchner paläontologischen Sammlung befindet, am nächsten.

Die oberen Molaren, $M^3$, zeichnen sich durch ihre beträchtliche Größe aus. Die Länge der Kaufläche beträgt 230 mm, die Breite derselben 110 mm. Die Höhe ohne die Wurzeln ist im Maximum 250 mm, der Längsdurchmesser 310 mm. Es lassen sich 15 vollständige Lamellen unterscheiden, vor denen noch etwa 3—4 standen, die durch die Abkauung undeutlich geworden sind.

Die unteren Molaren, $M_3$, messen an der Kaufläche in der Länge 240 mm, im ganzen ungefähr 260 mm, die Breite ist 105 mm. Es sind 19 vollständige Lamellen vorhanden, vor denen noch 2 abgeriebene waren. Auch ist der Hinterrand noch ganz in Zement eingehüllt und so jedenfalls die hinterste verdeckt. Der Verlauf der Lamellen ist sowohl an den oberen als auch an den unteren Molaren sehr regelmäßig parallel, die Breite einer Lamelle ungefähr gleich groß dem Abstand von ihren benachbarten Lamellen.

Der größte Abstand der beiden letzten $M$ von einander beträgt etwa 230 mm, der kleinste 55 mm, die Höhe des Unterkiefers am Vorderrande von $M$ 240 mm.

*Elephas primigenius* ist nach Sörgel[3]) der Nachkomme von *E. trogontherii*, welcher wiederum vom *E. meridionalis* abstammt. Weiter zurück läßt sich die Elephantenreihe in Europa nicht verfolgen. Als ihre Vorläufer können nur asiatische Formen, *E. planifrons* und *Stegodon*, in Betracht kommen.

Mit dem Ende der Würmeiszeit verschwindet Mammut fast vollständig aus Europa. Sörgel[4]) gibt an, daß ihm nur zwerghafte postglaziale Individuen

---

[1]) Das Mammut von Borna. Veröffentl. d. Städt. Museums für Völkerkunde in Leipzig 1912.

[2]) *Elephas primigenius Fraasi.* Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1912, p. 42—106.

[3]) *Elephas trogontherii Pohl.* und *Elephas antiquus Falc.* Palaeontographica. Bd. LX. 1912, p. 99.

[4]) Ibidem, p. 110.

bekannt seien. Das erste Auftreten fällt in die Bildungszeit der Hochterrasse, welche nach der Ansicht der meisten Forscher der vorletzten Vergletscherung, der Rißeiszeit, entspricht. Mit dieser Annahme lassen sich auch die neueren Mammutfunde in Bayern, bei denen auch die Lagerungsverhältnisse genauer bekannt sind, gut in Einklang bringen. Ein großer Teil ist allerdings sicher interglazial.

Aus der sogenannten Niederterrasse[1]): München — Boschetsriederstraße, Marsfeld —.

Unter dem Löß: München — Ostbahnhof, Berg am Laim —, Notzing bei Erding, Kirchleiten bei Tittmoning.

Aus dem Löß: Heidingsfeld bei Würzburg, Joshofen bei Neuburg a. D.

Aus Schottern unter der Würmeiszeitlichen Moräne: Gabersee bei Wasserburg, Schöngeising a. d. Amper, aus interglazialem Torf vom Kronberghof bei Kraiburg a. Inn, hier zusammen mit Rhinocerosskelett.

***Rhinoceros (Atelodus) antiquitatis*** Blumenbach. Taf. III Fig. 3–6.

In Vergleich zu der Beschränktheit des Raumes, welchen die Tierreste einnehmen, muß die Individuenzahl der Nashörner als auffallend groß bezeichnet werden, denn durch die aufgefundenen Zahnreihen wird die Anwesenheit von je zwei erwachsenen und ebensoviel jungen Individuen festgestellt.

Von alten Tieren stammen folgende Reste:

Ein vollständiges Schädeldach, je zwei rechte und linke Zahnreihen des Oberkiefers, $P^4$—$M^3$, an einer allerdings $M^2$ und $M^3$ fehlend, die rechte und linke Unterkieferzahnreihe, $P_4$—$M_3$ eines Individuums, zwei rechte Scapulae, zwei linke und ein rechter Humerus, ein Olecranon, je eine rechte und linke Beckenhälfte, ein rechtes Femur, ein rechter Hinterfuß, an welchem jedoch Metatarsale II fehlt, und eine Anzahl Wirbel, darunter sechs zusammengehörige Halswirbel.

Die Überreste der beiden noch sehr jungen Individuen sind:

Ein Cranium, zwei Paar Unterkiefer mit $D_2$—$D_4$, je eine rechte und linke obere Milchzahnreihe, $D^2$—$D^4$, je zwei rechte und ein linker Humerus ein rechter und ein linker Radius, zwei rechte und eine linke Beckenhälfte, je ein rechtes und linkes Femur mit dazugehöriger Tibia und je eine rechte

[1]) Praktisch ist es die Hochterrasse. Die Niederterrasse ist aus ihr nur entstanden durch Abtragung der Oberfläche und der Ränder, auf keinen Fall handelt es sich um eine Neuablagerung. Das Material und die organischen Einschlüsse gehören also namentlich, wenn sie aus beträchtlicher Tiefe, meist vier Meter, stammen und weit vom Terrassenrand entfernt gefunden werden, wie das bei sämtlichen mir vorliegenden Mammutresten der Fall ist, streng genommen, doch der Hochterrasse an.

und linke Hinterextremität, die eine aus Femur bis Tarsus inklusive, die andere aus Femur bis Metatarsus inklusive bestehend. Von einem dieser beiden jungen Tiere stammt auch je eine allerdings nicht ganz vollständige rechte und linke Hand. Auch liegt eine ziemliche Anzahl jugendlicher Wirbel vor.

Die beiden erwachsenen Individuen sind wohl als Stuten anzusprechen, denn die Zähne haben durchwegs mäßige Dimensionen und die Rauhigkeit auf den Nasenbeinen des vorhandenen Schädels ist verhältnismäßig schwach, obwohl das Tier, wie die starke Abnützung der Backenzähne beweist, schon ziemlich bejahrt gewesen sein muß.

Eine genaue Beschreibung der Schädel, Zähne und Knochen halte ich für überflüssig, ich verweise auf die guten Abbildungen des Gebisses, welche H. v. Meyer[1]) und Gaudry[2]) gegeben haben, nur das Milchgebiß von dem ohnehin seit fünfzig Jahren keine neue Zeichnung mehr erschienen ist, möchte ich neuerdings im Bilde vorführen, umsomehr als mir hievon ein vollständigeres Material zu Gebote steht als H. v. Meyer zu Verfügung hatte.

Die Milchzähne weisen im Gegensatz zu den $P$ und $M$ noch nicht die bekannte hochgradige Differenzierung auf, welche diesen eigen ist, sie zeigen vielmehr den allgemeinen Zahntypus der *Rhinoceroten* noch viel deutlicher als jene, die Zugehörigkeit zu *Rh. antiquitatis* äußert sich eigentlich an den oberen $D$ nur in einer verhältnismäßig stärkeren Streckung in der Längsrichtung, in der Rauhigkeit ihres Schmelzes und in der bereits vollständigen Ausbildung der Mediofossette. Die unteren $D$ weichen etwas stärker vom ursprünglichen Rhinocerostypus ab. Das für *Rhinoceros antiquitatis* so charakteristische Konvergieren von Hinterseite und Vorderseite der unteren $P$ und $M$ ist zwar an den Milchzähnen $D$ noch weniger ausgeprägt, dagegen kommt die für diese Art sehr bezeichnende Zerspaltung des vorderen Joches in zwei dreikantige Höcker, von denen der innere eine hohe Pyramide bildet, schon in der gleichen Schärfe wie an frischen $P$ und $M$ zur Geltung. Über das Vorhandensein eines unteren $D_1$ gibt schon die H. v. Meyersche Zeichnung Auskunft. Der Zahn selbst ist nur an einem der Buchenhüller Kiefer erhalten geblieben. Er hatte zwei Wurzeln und war im Verhältnis zu $P_2$ sehr einfach gebaut. Die Buchenhüller Kiefer geben auch Aufschluß über die zweifellose Anwesenheit eines unteren $JD_2$ und eines $JD_1$. Dieser letztere Zahn dürfte allerdings bald nach seiner Anlage wieder resorbiert worden

---

[1]) Die diluvialen Rhinoceros-Arten. Palaeontographica, Bd. XI 1863 Taf. 42 Fig. 3—5.

[2]) Matériaux pour l'histoire de temps quaternaires. III. Fasc. Elasmotherium. Paris 1888 pl. 17 Fig. 1—3.

sein. Seine Existenz schließe ich daraus, daß sowohl am Vorderrand des rechten als auch des linken Kiefers je ein T-förmiger seichter Einschnitt vorhanden ist, der bei solcher Symmetrie und Gleichartigkeit in beiden Kiefern unmöglich eine zufällige Vertiefung, sondern eben nur die letzte Spur einer Alveole eines resorbierten Milchincisiven sein kann. $JD_2$ ist zwar auch nicht körperlich erhalten, sondern nur als ein 36 mm langer und 5 mm breiter Kanal, der sich vorne zu einem kugelrunden Hohlraum von 6 mm Durchmesser erweitert. Ein Ausguß würde die charakteristische Gestalt des $JD_1$ der älteren *Rhinocerotiden* ergeben, dessen Form sich nun hier infolge der weiter vorgeschrittenen Reduktion der Incisiven auf den $JD_2$ übertragen hat. Die Existenz eines $JD_2$ macht aber auch die Anwesenheit eines oberen $JD^2$ nicht bloß wahrscheinlich sondern sogar zur völligen Gewißheit. Wir dürfen annehmen, daß er eine wurstförmige, quergestellte Krone und eine breitgedrückte Wurzel hatte.

In der Größe stehen die Milchzähne von Buchenhüll hinter den H. v. Meyerschen Originalen aus den Lahntalhöhlen zurück. Sie haben folgende Dimensionen in Millimeter:

| | | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ | $D_4$ | $D^1$ | $D^2$ | $D^3$ | $D^4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | Länge | 16 | 26 | 36 | 42 | 24 | 32 | 43 | 45 |
| | Breite | 11 | 16 | 20 | 22 | 18 | 27,5 | 37 | 40 |
| B. | Länge | 17 | 28 | 37 | 40 | 25,5 | 30,8 | 43 | — |
| | Breite | 10,5 | 16 | 22 | 22 | 20 | 32 | 39 | — |

Überreste des wollhaarigen Nashorns sind auch in Bayern sehr viel seltener als solche des Mammut, jedoch hat gerade Südbayern ein sehr vollständiges Skelett von Rhinoceros geliefert, das eine Zierde der Münchener paläontologischen Sammlung bildet. Es stammt aus einem Torflager vom Kronberger Hof bei Kraiburg am Inn und gehört sicher der letzten Interglazialzeit an. Mit ihm zusammen wurden Zähne von Mammut, einige Pferdeknochen, eine Renntierstange und Bisonreste gefunden. Ein ziemlich vollständiges Rhinocerosgebiß nebst einer Anzahl Knochen kam bei Hochwang, südlich von Günzburg, vor einigen Jahren zum Vorschein, in einem feinen Sande, nur wenige Meter über dem Alluvium; das Alter war nicht näher bestimmbar. Einzelne Zähne und Knochen liegen vor aus dem Schulerloch bei Kelheim und aus der Räuberhöhle bei Etterzhausen, ein isolierter oberer *M* stammt aus der Kelheimer Gegend, vielleicht aus Löß.

Als nächsten Verwandten des *Rh. antiquitatis* kann man selbst in der neueren Literatur noch öfters *Rh. Mercki* angegeben finden, was natürlich

bei der gänzlichen Verschiedenheit der Zähne vollkommen unzulässig ist. Als Ahnen kommen vielmehr nur asiatische Pliocänformen, etwa *Rh. platyrhinus*[1]), *palaeindicus*[2]) aus den Sivalik und *Rh. Habereri*[3]) aus China in Betracht, jedoch fehlen bis jetzt noch die jungpliocänen und pleistocänen Zwischenglieder. Jedenfalls ist dieses Nashorn aus Asien nach Europa gekommen. Man kennt es auch aus dem Löß von China, und im Pleistocän der indischen Karnulhöhlen kommt ebenfalls ein *Atelodus* vor.

### ***Equus Woldřichi*** Antonius. Taf. II Fig. 32.

Die Pferde der Buchenhüller Höhle verteilen sich auf mindestens drei erwachsene Tiere (Stuten) und zwei Fohlen. Auch sind die beiden Femora und die Tibien eines Fötus vorhanden. Die Fohlen sind ziemlich schwach vertreten, obere Milchzähne fehlen vollständig und von unteren liegen nur $D_3$ und $D_4$ links und $D_3$ rechts vor. Von den Extremitätenknochen ist der rechte Metacarpus und die rechte Tibia offenbar noch etwas jünger als die entsprechenden Knochen der linken Seite, es sind also zwei Fohlen angedeutet. Von Metatarsen ist nur ein rechter vorhanden.

Reichlicher ist das Material von erwachsenen Tieren. Besondere Erwähnung verdient ein Schädel mit allen Zähnen und beiden Unterkiefern. Von einem zweiten Exemplar sind wenigstens die beiden oberen Zahnreihen erhalten.

Auch gehören wohl hierzu eine Anzahl Schädelfragmente. Mindestens ein drittes Individuum ist angedeutet durch $P^2$, $P^4$, $M^{1-3}$ des rechten und $P^2$, $P^3$ und $M^2$ und $M^3$ des linken Oberkiefers, jedoch passen die Zähne nicht so gut zusammen wie es bei denen eines einzigen Individuums der Fall sein müßte. Außerdem liegen noch vier untere Backenzähne und vier Schneidezähne vor.

Die Extremitätenknochen sind folgende:

Drei rechte Scapulae, ein Humerusfragment, je ein rechter und ein linker Radius nebst der Ulna, drei rechte Metacarpusknochen, zwei vollständige rechte Carpi, zwei rechte und eine linke Pelvishälfte, je ein unvollständiges rechtes und linkes Femur, eine rechte und zwei linke Tibiae, ein rechter Metatarsus mit dazugehörigen Tarsalien und ein fragmentarischer linker Meta-

---

[1]) Lydekker. Indian Tertiary Vertebrata Ser. X, Vol. II. Memoirs of the Geological Survey of India, 1881, p. 48 pl. 8—9 Fig. 2.

[2]) Ibidem, p. 42 pl. 7 Fig. 1, pl. 10 Fig. 3.

[3]) Schlosser. Die fossilen Säugetiere Chinas. Abhandlungen der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften, II. Kl., München 1903, p. 58 Taf. V, Taf. VII partim.

tarsus, ferner eine Anzahl Phalangen. Die ziemlich zahlreichen Wirbel verteilen sich hauptsächlich auf die Hals- und Lendenregion. Da sie von verschiedenen und noch dazu teilweise jugendlichen Individuen herrühren, verlohnt sich keine nähere Untersuchung.

Was die Oberkieferzähne betrifft, so stimmen sie sowohl in der Größe als auch in ihrem Bau recht gut mit jenem Typus überein, welcher von Antonius *Equus Woldřichi*[1]) genannt wurde und in der Größe zwischen *E. taubachensis* Freudenberg[2]) (= *E. Abeli* Antonius) und dem *E. germanicus* Nehring[3]) steht.

Die oberen Backenzähne haben im Gegensatz zu der letztgenannten Art einen langen schmalen, höchstens ganz schwach eingeschnürten Innenpfeiler. Protokon und Parastyl, Mesostyl und Metastyl sind nicht sehr kräftig. Die Schmelzfältelung ist nur im Quertal zwischen Parakon und Metakon bemerkbar und der Sporn sehr klein.

Die unteren Backenzähne kann ich leider nicht genauer studieren, da die Kiefer am Schädel befestigt und die wenigen isoliert vorliegenden so schadhaft sind, daß es sich nicht verlohnt, sie näher zu besprechen.

Ich muß mich daher auf die Angabe beschränken, daß die Zähne in allen Details sehr gut mit jenen von *Equus germanicus* übereinstimmen, welche v. Reichenau (l. c. Taf. V Fig. 2) abgebildet hat. Recht ähnlich sind auch die Zähne des Unterkiefers aus der Bohnerzgrube von Grobschwart bei Raitenbuch, in der Nähe von Eichstätt. Der hauptsächlichste Unterschied besteht darin, daß der dritte Lobus mehr nach auswärts gedreht ist, während er bei dem Buchenhüller ganz in der Längsachse der Kaufläche verläuft.

Der Schädel zeichnet sich durch die Länge der Schnauze aus, und die seitlichen verdickten Ränder der Nasenöffnung springen fast eben so stark vor, wie bei *Equus* (*Microhippus*) *Przewalskii* (v. Reichenau, l. c. Taf. XI Fig. 1). Das Fehlen von Eckzähnen sowohl im Ober- wie Unterkiefer zeigt, daß dieser Schädel einer Stute angehört hat. Der Unterkiefer gleicht vollkommen dem von *Equus germanicus,* welchen v. Reichenau (l. c. Taf. XIII Fig. 5) abbildet, nur ist der Vorderrand des aufsteigenden Astes etwas steiler und untere C fehlen vollständig.

Die unteren Milchzähne von Buchenhüll, $D_3$ und $D_4$ links, unterscheiden sich durch die Kleinheit der Doppelschlinge und des Talonids, das

---

[1]) *Equus Abeli* n. sp. Ein Beitrag zur Kenntnis unserer Quartärpferde. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. Wien, Bd. XXVI, 1913, p. 270 Taf. 16 Fig. 3—10.

[2]) Beiträge zur Kenntnis fossiler Pferde aus deutschem Pleistozän. Abhandl. d. großh. hessischen geologischen Landesanstalt, Bd. VII Heft I, 1915, p. 35 Taf. 3 Fig. 4, Taf. 4 Fig. 1, 8, Taf. 8 Fig. 2, 8 etc.

[3]) Ibidem, p. 100 Taf. 1 Fig. 6, 7, Taf. 4 Fig. 4, 9, Taf. 5 Fig. 1, 2, 7—10, Taf. 8 Fig. 5 etc.

selbst an $D_4$ nicht viel größer ist als an $D_3$, sowie durch scharfe Einwärtsbiegung dieses Zipfels und überhaupt durch die Zartheit des Schmelzes von allen mir vorliegenden Milchzähnen, sowohl von solchen von *Equus caballus* und *E. germanicus* als auch von denen des ächten *Woldřichi*, soferne nämlich ein vom Dürrloch im Schwaighauser Forst bei Regensburg stammender $D$ dieser Art angehört. Länge von $D_3 = 31$ mm, Länge von $D_4 = 33{,}5$ mm.

Obere Milchzähne von Grobschwart sind fast zu groß für *E. Woldřichi*, jedoch stimmt die Ausbildung der Pfeiler der Außenwand und die gestreckte Form des Innenpfeilers mit den entsprechenden Bestandteilen der Prämolaren überein. Sie messen zusammen ($D_2$—$D_4$) 109 mm.

Eine genaue Beschreibung des Buchenhüller Pferdematerials ist mir zur Zeit nicht möglich, weil die größeren montierten Stücke zur Verschickung nicht geeignet sind. Ich muß mich daher darauf beschränken, die wichtigsten Maßzahlen mitzuteilen und eine Abbildung der oberen Zahnreihe zu geben und noch einige Maße von Kiefern und Knochen von Pferden der Münchener Sammlung beizufügen.

| | Buchenhüll | Grobschwart | Dürrloch |
|---|---|---|---|
| Obere $P^2$—$M^3$ | A 182 B 178 | —— | 182 |
| Obere $P^2$—$P_4$ | A 102 B 100 | —— | 100 |
| Untere $P_2$—$M_3$ | A 180 | A 175 B 177 | —— |
| Untere $P_2$—$P_4$ | A 93 | A 92 B 90 | —— |
| Radius Länge | 340 | —— | —— |
| Radius Breite unten | 80 | —— | 82 |
| Metacarpus Länge | A 220 B 230 | —— | A 235 B 237 |
| Metacarpus Breite | A 55 B 55 | —— | 57? 58? [1] |
| Tibia Länge | 360 | 355 | —— |
| Tibia Breite oben | 105 | 105 | —— |
| Metatarsus Länge | 272 | —— | A 290 B 300 C 290 |
| Metatarsus Breite unten | 55 | —— | A 55 B 55 C 55 |

Ein Metatarsus von Neuötting mißt 290 bzw. 57 mm, der von Kraiburg a. I. bei dem Rhinocerosskelett gefundene Metatarsus ist mit 270 bzw. 54 mm dem von Buchenhüll sehr ähnlich.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, stehen die Pferdereste aus dem Dürrloch im Schwaighauser Forst bei Regensburg, denen von Buchenhüll sehr nahe, die Unterschiede in den Massen der Extremitätenknochen beruhen darauf, daß die Buchenhüller von noch nicht ganz erwachsenen Individuen stammen. Da aber gerade die so wichtigen Oberkieferzähne vollkommen

[1]) Nicht genau zu ermitteln, weil vom Stachelschwein benagt.

einander gleichen, dürfen wir auch das Pferd vom Dürrloch zu *E. Woldřichi* stellen. Der nämlichen Art gehören auch die Pferdezähne aus dem Schulerloch bei Kelheim an, welche Professor Birkner im Jahre 1915 gefunden hat. Daß diese Art auch in Grobschwart bei Eichstätt vorkommt, habe ich schon oben bemerkt. Dagegen nähern sich die Pferdezähne aus der Räuberhöhle bei Etterzhausen im Naabtal mehr dem *Equus germanicus*.

*Equus Woldřichi* und *germanicus* sind mit einander sehr nahe verwandt. Im Ganzen scheinen sie sich auch wie Antonius (l. c. p. 283) angibt gegenseitig auszuschließen. Es sind seiner Ansicht nach zwei Lokalrassen der gleichen Grundform, von denen die letztere die gegen die Nordsee abwässernden Gebiete und die erstere das Flußgebiet der Donau bewohnte. Diese Vermutung wird durch das mir vorliegende Material im Wesentlichen bestätigt, wenn ich auch nicht verschweigen darf, daß selbst einige von den isolierten Oberkieferzähnen von Buchenhüll mehr Anklänge an *germanicus* zeigen. Wahrscheinlich stammen beide von *Equus mosbachensis* aus dem älteren Pleistocän ab, jedoch ist diese Art wohl durchwegs größer. Südlich der Donau kenne ich keine sicheren Funde von *Equus Woldřichi*. Es müßte denn der oben angeführte Metatarsus aus dem Deckenschotter von Neuötting am Inn hieher gehören. Dagegen scheint der Molar von Kronberghof bei Kraiburg am Inn, der bei dem dort gefundenen Rhinocerosskelette lag, eher von *Equus steinheimensis* v. Reichenau[1]) zu stammen, mit dessen Unterkieferzähnen auch die Reste von Joshofen bei Neuburg a. D. sehr große Ähnlichkeit haben. Sie wurden zusammen mit Mammut an der Basis des Löß, unmittelbar über dem Juradolomit, gefunden. Auch einige Unterkieferzähne aus einer Kiesgrube bei der Bavaria in München, aus der sogenannten Niederterrasse, sind möglicherweise auf *steinheimensis* zu beziehen.

Von Grobschwart besitzt die Münchener Sammlung außer den erwähnten Pferderesten auch eine Anzahl sehr großer stark fossilisierter Zähne, $P^3$ und $P^4$ des rechten und $M^1$—$M^3$ des linken Oberkiefers und die linken unteren $P_4$—$M_3$, sowie die rechten unteren $M_1$—$M_3$, nebst dem distalen Ende eines Humerus, dessen Trochlea in der Quere 91 mm mißt. Diese Stücke stammen aus dem Bohnerzlehm aus einer Tiefe von 42 Fuß, was ohnehin für ein relativ hohes Alter sprechen dürfte. Ich trage kein Bedenken sie zu *Equus taubachensis* Freudenberg = *Abeli* Antonius zu stellen. Diese Bestimmung dürfte auch für einen sehr großen oberen Prämolaren aus dem Löß von Olching bei München zutreffen, insoferne auch diesem Löß jedenfalls ein sehr hohes Alter zukommt.

---

[1]) l. c. p. 29 Taf. I Fig. 9 u. 10, Taf. VII Fig. 8—11, 15, 16 u. Taf. IX Fig. 12.

Mit diesen genannten Arten scheint jedoch die Zahl der im Pleistocän Bayerns vorkommenden Pferdearten noch nicht erschöpft zu sein, denn einige isolierte Zähne deuten auch auf *Equus Przewalskii* und auf *Equus hemionus.* Zu dem letzteren könnte ein oberer $P^2$ aus der Rabensteinerhöhle gehören, zu dem ersteren je ein Paar Zähne aus einem Terrassenschotter von Kelheim und aus der Räuberhöhle im Naabtal.

Die Funde aus verschiedenen Torflagern hingegen erweisen sich durchwegs als *Equus caballus.* Ich muß jedoch bemerken, daß ich diese Bestimmungen nur teilweise als definitive ansehen möchte.

### ***Bison priscus*** Bojanus.

Die Bisonreste stammen von mindestens drei, wenn nicht vier Individuen, von denen aber höchstens ein einziges, namentlich durch einen linken Metacarpus angedeutetes erwachsen ist, denn die Zahnreihen enthalten noch Milchzähne, wenigstens $D^4$ und $D_4$, und an den Röhrenknochen sind die Epiphysen noch nicht mit der Diaphyse verschmolzen.

Es liegen folgende Reste vor:

Ein Hornzapfen, dessen Basis jedoch abgebrochen ist, so daß die wirkliche Länge nicht ermittelt werden kann, zwei Paar Unterkiefer, aber davon nur ein Paar zusammengehörig, eine obere rechte Zahnreihe, $D^4$—$D^3$, und ein oberer linker $M^2$, eine linke Scapula, ein linker Humerus, zu dem einen der beiden rechten passend, eine linke Ulna und zwei rechte Radii, ein linker Metacarpus alt, zwei linke jung, eine linke Pelvishälfte alt, einige jugendliche Beckenfragmente, ein Femurcaput alt, ein linkes Femur, zwei rechte junge Femora und die zu diesen gehörigen Tibien, je ein vollständiger linker und rechter Tarsus, je zwei rechte und zwei linke Calcanea, zwei rechte und ein linker Astragalus, ein fast ausgewachsener rechter und ein junger linker Metatarsus, viele Zehenglieder, ferner eine Anzahl älterer und jüngerer Wirbel und Radius, Metacarpus und eine Beckenhälfte von einem Fötus.

Der Hornzapfen dürfte kaum die Größe der Taubacher erreicht haben. Auch waren die Tarsalia schwächer als jene von Taubach. Dagegen ist der Metacarpus denen aus den Thüringer Kalktuffen sehr ähnlich. Bei 240 mm Länge hat sein Distalende an den Rollen eine Breite von 92 mm, die Taubacher von 92 resp. 94 mm. Am Oberende ist er 91 mm breit.

Diese Größenabnahme zeigen auch die allerdings spärlichen Überreste, ein $M^3$, ein $M_3$, ein Humerus, ein Radius, eine Beckenhälfte, ein Femur und ein Calcaneum aus dem Dürrloch im Schwaighauser Forst bei Regensburg. Das Calcaneum mißt hier nur 185 mm gegenüber dem Taubacher mit 210 mm.

Das nämliche gilt auch von Bisonresten, welche im Jahre 1832 in einer Tiefe von 42 Fuß in der Bohnerzgrube von Grobschwart bei Raitenbuch, in der Nähe von Eichstätt, gefunden wurden, zusammen mit den schon erwähnten Pferderesten. Es kamen damals zum Vorschein ein Epistropheus, eine Scapula, ein oberes und ein unteres Ende von Radius, zwei Metacarpi, ein Tibiafragment, ein Calcaneum, ein Metatarsus, ein Paar Phalangen und ein Hornzapfen. Der eine Metacarpus hat an seinem Oberende eine Breite von 82, der andere von 84 mm, der Metatarsus ist 300 mm lang, oben 63 mm und an den Rollen 72 mm breit.

Es hat den Anschein als ob die europäischen Bisonten im Laufe des jüngeren Pleistozäns schwächer geworden wären, ohne indessen schon die Verhältnisse der lebenden zu erreichen, denn ein kürzlich der Münchener paläontologischen Sammlung übergebener Schädel aus dem postglazialen Torf an der Aurach, am Südwestfuß des Wendelsteins, steht namentlich in der Stärke der Hornzapfen ziemlich genau in der Mitte zwischen den Taubacher Exemplaren und den heutzutage in Littauen lebenden Bisonten.

Reste von Bison sind in Bayern bis jetzt noch immer selten. Ich kenne außer den oben erwähnten nur ein Schädelfragment mit einem allerdings sehr großen Hornzapfen aus dem Löß von Karlstadt am Main, Rollen von Metapodien, ein Magnum und ein Cuboscaphoid aus der Räuberhöhle bei Etterzhausen im Naabtal und einige Zähne (je ein oberer und unterer *M*) aus dem Schulerloch bei Kelheim, sowie einige dürftige Reste vom Kronberghof bei Kraiburg, die bei dem Rhinocerosskelett lagen.

Die Herkunft der Gattung Bison ist noch nicht genau ermittelt. Da uns in dieser Hinsicht weder die Taubacher noch auch die noch älteren Bisonten von Mosbach und Mauer (*Bison Schötensacki* Freudenberg[1]) Auskunft geben, dürfen wir das noch weniger von den jungpleistocänen erwarten.

### ***Megaceros cfr. Germaniae*** Pohlig. Taf. III Fig. 1, 2.

Von einem Riesenhirsch, dessen genaue spezifische Bestimmung jedoch leider nicht möglich ist, liegen eine Anzahl Knochen, die sich auf zwei Individuen verteilen und ein geweihloses Schädelstück nebst beiden Oberkiefern und Unterkiefern vor. Die Extremitätenknochen sind ein Scapulafragment, ein rechter Humerus, ein rechter und ein linker Radius, zwei vollständige Carpi, die beiden Pelvishälften, zwei sehr schadhafte Femora, die rechte und linke Tibia, je zwei vollständige rechte und linke Hinterläufe (Metatarsus mit allen Tarsalien) einige Phalangen und sieben Hals- und Lendenwirbel.

---

[1]) Die Säugetiere des mittleren Quartärs von Mitteleuropa. Geologische und paläontologische Abhandlungen. Jena, Bd. XVI, 1914, p. 82.

Das Tier, von welchem der Schädel stammt, hatte abgeworfen, was darauf schließen läßt, daß sein Tod im Frühling, etwa im März erfolgt war. Die Rosenstöcke stehen ziemlich nahe beisammen auf den Stirnbeinen und sind etwas nach hinten geneigt. Es handelt sich daher sicher um einen ächten Riesenhirsch und nicht etwa um einen Elch, an den man nach den Dimensionen der Extremitätenknochen ebenfalls denken könnte, denn beim Elch stehen die Geweihe seitlich und horizontal an den Stirnbeinen. Das Tier dürfte, nachdem der Zahnwechsel beendet war (die Prämolaren sind noch vollkommen frisch, sowohl im Oberkiefer wie auch im Unterkiefer und der letzte Molar ist in beiden Kiefern nur ganz leicht angekaut) nach den Verhältnissen beim Edelhirsch das dritte Lebensjahr nahezu vollendet haben. Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, daß der Zahnwechsel bei geologisch älteren Formen später erfolgte als bei den jüngeren. So ist es bei selenodonten Paarhufern des Eocän und Oligocän nicht allzu selten, daß der letzte Molar in beiden Kiefern schon in Funktion getreten ist, wenn die hinteren Milchzähne, $D_4$ und $D^4$, bei Caenotherium sogar $D_3$ und $D^3$ noch sehr gut erhalten sind. Da sich außerdem Tiere von beträchtlicher Körpergröße langsamer entwickeln als kleine Formen, so ist auch die Möglichkeit gegeben, daß das Tier sogar schon dem vierten Lebensjahre sehr nahe stand.[1])

Das Geweih würde uns also, auch wenn es vorhanden wäre, nicht viel sagen, da es doch noch nicht seine endgiltige Beschaffenheit, ganz abgesehen von seinen definitiven Dimensionen beim völlig ausgewachsenen Tier, erlangt hätte. Eine wirkliche Schaufel war sicher noch nicht ausgebildet, wohl aber der Augensproß und an Stelle der Schaufel dürfte eine etwas abgeplattete Gabel vorhanden gewesen sein, wenigstens schließe ich das aus der Geweihentwickelung beim Damhirsch,[2]) der aber einen ächten, bei *Megaceros hibernicus* und *Germaniae* fehlenden Eissproß besitzt. Ein solcher ist auch bei *M. Ruffi* Nehring[3]) vorhanden, dessen Stangen dieselbe Stellung wie beim Edelhirsch haben.

---

[1]) Die zoologische Literatur versagt hier leider, wie das so oft der Fall ist, wenn man sich über so wichtige und naheliegende Dinge Auskunft erhohlen will, vollständig. Nach vielem Suchen fand ich bei Nehring (Die Cerviden von Piracicaba in Brasilien. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 1884, p. 119) eine Notiz über die Verhältnisse beim Edelhirsch, aus der ich diese Schlüsse ziehen konnte. Sehr früh ist dagegen der Zahnwechsel beim Reh beendet, nach Behlen (Deutsche Jägerzeitung 1906/07) mit etwa $1^1/_4$ Jahren.

[2]) Nehring A. Katalog der Säugetiere. Zoologische Sammlung der K. landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, 1886, p. 95 Fig. 51.

[3]) Idem. Neue Wirbeltierreste von Klinge. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1895, I. Bd., p. 192 Fig. 2, 3, 4.

Die Backenzähne sind etwas größer als beim lebenden *Alces*[1]) und denen von *Elaphus* viel ähnlicher, namentlich gilt das von den Prämolaren des Unterkiefers und den Molaren des Oberkiefers. Die Ausbildung der Kulissen der unteren *P*, sowie die mauerartige Entwicklung des Innenhöckers (Deuterokonid) an $P_4$ stimmt sehr gut mit den Verhältnissen bei *Elaphus* überein. Auch die Form der Basalbildungen an der Innenseite der oberen *M* und der Sporne in den Marken dieser Zähne ist nahezu die gleiche, dagegen sind die Pfeiler an der Außenseite der beiden Außenhöcker, Parakon und Metakon, viel kräftiger. Die oberen Prämolaren haben jedoch mehr Ähnlichkeit mit denen von *Alces*.[2]) Sie sind wie diese ungefähr ebenso breit wie lang, sogar der vorderste $P^2$, haben jedoch die vertikale, die Innenseite halbierende Einkerbung mit *Elaphus* gemein, auch die Stärke und der Verlauf der Außenpfeiler ist ähnlich wie bei *Elaphus*. Die Größe der Basalpfeiler der unteren *M* erinnert mehr an *Alces*, nur ist er an $M_1$ nicht lappig ausgebildet, wie bei letzterer Gattung. Der irische Riesenhirsch steht in der Form seiner Backenzähne dem Edelhirsch wesentlich näher als unser geologisch älterer Riesenhirsch, er unterscheidet sich aber von beiden durch die starke Entwickelung der Basalpfeiler, sein unterer $M_3$ ist sogar mit zwei solchen versehen. Die Ähnlichkeit der Zähne mit denen von Damhirsch ist nicht besonders groß. Die unteren $P_3$ und $P_4$ haben bei *Dama* wesentlich einfacher gebaute Kulissen. An den oberen *P* ist die Verkürzung noch nicht soweit vorgeschritten wie bei *Megaceros*, bei welchem $P^3$ dem $P^4$ fast ganz gleich geworden ist, während bei *Dama* $P^3$ erst das Stadium des $P^2$ von *Megaceros* erreicht hat und $P^2$ noch viel primitiver ist.

Abbildungen der Zähne von Riesenhirsch sind in der Literatur recht spärlich. In der neueren finde ich nur ein Paar von Pohlig[3]) gezeichnete Zähne, die aber nicht besonders instruktiv sind. Rütimeyer[4]) zitiert Abbildungen bei *Cornalia*.[5]) Da seit dem Erscheinen dieser letzteren Arbeit, die noch dazu nicht allzuleicht zugänglich sein dürfte, beinahe 50 Jahre ver-

---

[1]) Die unteren *M* von *Alces latifrons* stimmen in der Größe mit denen unseres Riesenhirsches überein, aber die Art der Basalpfeiler und der kompliziertere Bau der *P* (Sörgel W. Die diluvialen Säugetiere Badens. Mitteilungen der Großh. badischen geologischen Landesanstalt, Bd. IX, 1914, p. 148 Taf. II Fig. 4—6) verweist *latifrons* mit aller Entschiedenheit in das Genus *Alces*.

[2]) Ich möchte bei dieser Gelegenheit auf die erstaunliche Variabilität der Zähne von *Alces* aufmerksam machen. Die Unterschiede im Gebiß eines weiblichen von denen eines männlichen Schädels äußern sich namentlich in der gewaltigen Größe der Zähne des Weibchens, sowie in der starken Ausbildung der Basalpfeiler.

[3]) Die *Cerviden* des thüringischen Diluvialtravertins. Palaeontographica 1892. Bd. XXXIX, p. 235 Fig. 11.

[4]) Geschichte der Hirsche. Abhandlungen der Schweizer paläontolog. Gesellschaft 1883, p. 108.

[5]) Mammifères fossiles de Lombardie 1858—71, p. 54 pl. XVII—XXI.

gangen sind, dürfte eine neue Zeichnung des Gebisses nicht ganz überflüssig erscheinen.

Sie enthebt mich auch der Aufgabe, Maßzahlen der Zähne zu bringen, da die Figuren genau in der natürlichen Größe angefertigt sind.

Der Unterkiefer ist im Vergleich zu dem von Edelhirsch sehr kurz, namentlich macht sich das geltend bei dem Abstand des $P_2$ von $C$, der hier nur 85 mm beträgt gegenüber 107 mm bei dem Edelhirsch von Buchenhüll. Der Abstand des Kiefergelenks von den Incisivalveolen ist 370 mm, die Höhe des Kiefers unter $M_3$ ist nur 43 mm, die Dicke jedoch 34 mm. Bei *Megaceros hibernicus* sind die entsprechenden Zahlen 112, 400, 63, 34 mm wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß dieser Riesenhirsch bereits seine volle Größe erreicht hat, während bei dem von Buchenhüll wohl die Länge und Höhe des Kiefers in späterem Alter noch etwas zugenommen haben dürfte.

Die Dimensionen der Extremitätenknochen, verglichen mit *Megaceros hibernicus* und *Alces machlis*:

| | *Buchenhüll* | | *Alces rez.* | *Megaceros hibernicus* | *M. Ruffi* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Radius Länge | 370 | | 400 | 340 | 225 | junges Tier nach Nehring. |
| Radius Breite oben | 89 | | 80 | 85 | 49 | |
| Metacarpus Länge | 330 | | 340 | 324 | 242 | |
| Metacarpus Breite oben | 68 | | 60 | 70 | 40 | |
| Tibia Länge | ? | | 490 | 420 | — | |
| Tibia Breite unten | 85 | | 80 | 82 | — | |
| Metatarsus Länge | 350 | 330 | 400 | 350 | — | |
| Metatarsus Breite oben | 63 | 61 | 50 | 60 | — | |
| Metatarsus Breite in Mitte | 39 | 38 | 40 | 40 | — | |

Eine vollkommen sichere spezifische Bestimmung dieses Riesenhirsches ist wie schon oben bemerkt, nicht möglich, da das Tier eben abgeworfen hatte, die beschriebenen Arten aber in erster Linie auf das hier fehlende Geweih begründet sind. Soviel ist jedoch sicher, daß weder der jungpleistocäne oder richtiger postglaziale *Megaceros hibernicus*, noch auch *M. Belgrandi*, der auf älteres Pleistocän beschränkt ist, für den Buchenhüller Riesenhirsch in Betracht kommen, sondern nur *Megaceros Germaniae* Pohlig [1]) und *Megaceros Ruffi* Nehring,[2]) die möglicherweise identisch sind und dem jüngeren Pleistocän, in der Hauptsache der kälteren Phase des Rißwürminterglazials angehören. Bei *Ruffi* ist zwischen dem Augensproß und der Schaufel ein besonderer Sproß

[1]) Die *Cerviden* des thüringischen Diluvialtravertines. Palaeontographica 1892. Bd. XXXIX, p. 220.

[2]) Über Wirbeltierreste von Klinge. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1895. Bd. I, p. 190. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin 1891, p. 157.

vorhanden. Die Stangen stehen sowohl bei *M. Ruffi* als auch bei *Germaniae* viel näher beisammen als bei *M. hibernicus*.

Der Riesenhirsch ist im Pleistocän von Bayern ungemein selten, ich kenne von Resten dieses Tieres nur einen oberen $M^1$ und ein Unterkieferfragment aus dem Schulerloch bei Kelheim, ein Femurunterende von Eichstätt ohne nähere Fundortsangabe, das Unterende einer Tibia aus einer Höhle bei Velburg in der Oberpfalz, einen Radius aus dem Zwergloch bei Pottenstein und ein Zehenglied aus der Brumberger Höhle, wahrscheinlich in der Nähe von Streitberg.

### *Cervus elaphus* L.

Vom Edelhirsch hat die Buchenhüller Höhle zwar sehr viele Überreste geliefert, jedoch wäre es verfehlt, daraus auf eine besonders große Individuenzahl zu schließen, denn die Menge der Hirschknochen beruht hier nur auf der nahezu vollständigen Überlieferung von größeren Partien der einzelnen Skelette und nicht etwa auf einer besonders großen Individuenzahl. Die Hirschreste verteilen sich vielmehr auf drei Männchen, eine Hirschkuh und ein Hirschkalb.

Wie der Riesenhirsch hatten auch zwei von den männlichen Edelhirschen abgeworfen, woraus wir mit Sicherheit schließen dürfen, daß ihr Tod im Frühling, etwa im Monat März erfolgt war. Vermutlich war damals das Wasser im Dolinentümpel leicht zugefroren, möglicherweise noch dazu mit einer dünnen Schneelage bedeckt, oder der tiefe Schlot zwar trocken aber mit eingewehtem Schnee gefüllt. In ersterem Falle brachen die Tiere durch die schwache Eisdecke. In dem engen Schlot, aus dem sie sich nicht mehr herausarbeiten konnten, mußten sie unter allen Umständen verenden.

Von den erwachsenen Individuen sind außer dem Schädeldach (an einem sitzt noch das linke Geweih) je zwei rechte und zwei linke Oberkiefer, die dazu gehörigen Unterkiefer und fast alle Extremitätenknochen vollzählig überliefert, außerdem zwei Reihen aneinander passender Halswirbel und viele Rücken- und Lendenwirbel, so daß es möglich war, ein nahezu vollständiges Skelett aus den Knochen eines einzigen Individuums zusammenzustellen.

Selbst von dem Hirschkalb, in dessen Gebiß sowohl oben wie unten erst der vorderste Molar ($M^1$ resp. $M_1$) in Funktion getreten war, sind fast alle Extremitätenknochen und sogar weitaus die meisten Wirbel erhalten geblieben.

Die Hirschreste fanden sich fast sämtlich zusammen mit denen von Renntier in den tiefsten Lehmlagen in der Höhlenkammer hinter dem Schuttkegel. Es hat den Anschein, als ob diese Tiere zuerst von allen übrigen

Säugetieren, die in der Höhle zum Vorschein kamen, zu Grunde gegangen wären, vermutlich sogar schon vor dem Mammut. Ich schließe das aus dem Umstand, daß mehrere größere Wirbelpartien mit natürlicher Reihenfolge der einzelnen Wirbel und ganze Extremitäten noch im Zusammenhang gefunden wurden, was ganz unmöglich gewesen wäre, wenn die Hirsche auf den Knochen des Mammut gelegen und von diesen getragen worden wären, denn bei dem wahrscheinlich auf einmal erfolgten Absturz dieser riesigen Knochenmasse wären die Halswirbel und die Extremitätenknochen schwerlich beisammen geblieben, sie wären vielmehr höchst wahrscheinlich regellos in der Höhle verstreut worden.

Für die Anhäufung der vielen Hirsch- und Renntierkadaver war gewiß ein sehr beträchtlicher Zeitraum erforderlich, denn es mußte stets eine ziemliche Zeit vergehen, bis die Weichteile eines oder mehrerer Tiere verwesten und so wieder Platz für das nächste geschaffen war. Vermutlich war der Wasserstand in der Doline einem Wechsel unterworfen, denn nur dann, wenn der Kadaver aus dem Wasser herausragte und so die Luft vollkommen Zutritt hatte, konnte der Verwesungsprozeß rascher vonstatten gehen und die Knochen dann in sich zusammensinken. Obwohl die Hirschreste von Buchenhüll, so vollständig sind, daß sie auch die Aufstellung eines ganzen Skelettes ermöglichten, glaube ich doch von einer eingehenderen Beschreibung absehen zu dürfen. Ich will nur bemerken, daß sie sich wie alle Hirschreste aus ächten Pleistozän durch ansehnliche Körpergröße auszeichnen.

Länge der unteren Zahnreihe = 141 mm, davon $P_2$—$P_4$ = 56, $M_1$—$M_3$ = 89 mm bei dem Hirsch von Dürrloch 126, 58, 80 mm.

Länge der oberen Zahnreihe = 139 mm, davon $P^2$—$P^4$ = 60, $M^1$—$M^3$ = 81 mm bei dem Hirsch vom Dürrloch nur 121, 51, 77 mm.

Über die Abstammung des Edelhirsches geben uns freilich auch diese geologisch älteren Tiere kaum mehr Aufschluß als rezente Individuen, in dieser Hinsicht ist jedenfalls mehr zu erwarten von den Hirschen von Taubach und Mosbach, deren Studium jedoch nicht meine Aufgabe sein kann. Ich möchte hier nur bemerken, daß Freudenberg[1]) als Ahnen des *C. elaphus* die oberpliocänen *C. Perrieri* und *issiodorensis* angibt.

### ***Rangifer tarandus*** L. sp.

Von allen in der Buchenhüller Höhle gefundenen Säugetierarten hat das Renn die höchste Individuenzahl aufzuweisen. Die ausgegrabenen Knochen und Kiefer verteilen sich auf mindestens sieben erwachsene und drei junge

[1]) Die Säugetiere des älteren Quartärs von Mitteleuropa. Geolog.-paläont. Abhandl. Jena 1914, p. 101.

Individuen, denn der linke Unterkiefer mit definitivem Gebiß ist siebenmal und der rechte mit Milchgebiß dreimal vertreten. Die meisten Extremitätenknochen sind fünf- bis sechsmal, die linke Tibia sogar siebenmal vorhanden. Zu den beiden Schädeln fanden sich gut passende Geweihe, das größte und vollständigste scheint jedoch ein Abwurf zu sein, es zeichnet sich durch starke Krümmung und die Größe der Augensprossen aus, zeigt aber nirgends nennenswerte Verdickung oder Verbreiterung und hat große Ähnlichkeit mit einem in der Münchener paläontologischen Sammlung befindlichen Geweih aus der Rabensteiner Höhle. Seine Länge dürfte weit über einen Meter betragen haben.[1]) Das zahlreiche Renntiermaterial ermöglichte die Aufstellung eines Skelettes. Von der Verteilung der Renntierreste in der Buchenhüller Höhle gilt das Gleiche wie von den mit ihnen gefundenen Edelhirschresten. Auch sie scheinen zuerst von allen Buchenhüller Säugetierarten in den Dolinenschlot gelangt zu sein.

Der älteste Fund von Renntier in unzweifelhaftem Pleistocän ist der von Murr in Württemberg, in Schottern mit *Elephas trogontherii.* Er besteht in einer einzigen von Dietrich[2]) beschriebenen Stange. Um so häufiger wird Renn im jüngeren Pleistocän von Mitteleuropa, in der kalten Phase der Riß-Würminterglazialzeit gefunden.

Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß ein renntierähnlicher Zahn[3]) auch bereits in pliocänen Bohnerzen von Salmendingen gefunden wurde und renntierähnliche Geweihe wurden auch als *Cervus pliotarandoides* von Allessandrini in Piemont beschrieben, deren Verwandtschaft mit Renntier allerdings nicht unbestritten ist. Ich halte es für höchst wahrscheinlich, daß das Renntier ursprünglich in Europa oder doch in Asien in einem sehr gemäßigten Klima gelebt hat und erst im Jungpleistocän aus Asien in größerer Menge westwärts gewandert ist. Erst hier hat es sich während der Würmeiszeit der Kälte angepaßt, wodurch es dann befähigt wurde, mit dem Zurückweichen der Gletscher in die arktischen Gebiete einzudringen. Nach Nordamerika scheint es noch später gekommen zu sein als nach Europa, denn kein amerikanischer Autor erwähnt Renntierreste aus ächtem Pleistocän. Auf keinen Fall geht es an, die ursprüngliche Heimat dieses Tieres in den Polarländern zu suchen.

---

[1]) Natürlich mit Bandmaß gemessen und die Krümmung mitgezählt.

[2]) Neue fossile *Cerviden* aus Schwaben. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 1910, p. 335 Fig. 5.

[3]) Schlosser, Die Säugetiere aus den süddeutschen Bohnerzen. Geolog.-paläont. Abhandlung Jena 1902, p. 82 Taf. IX Fig. 27.

### *Lupus spelaeus* Goldf.

Vom Wolf haben sich fast nur Oberkieferbruchstücke, einzelne Zähne und Unterkiefer vorgefunden, von denen die beiden erwachsenen zusammengehören dürften, während die Anwesenheit von zwei rechten Oberkiefern, das eine mit beiden Molaren, das andere mit den Molaren und dem letzten Prämolaren ($P^4$—$M^2$) und von einem isolierten oberen $M^1$ das Vorhandensein von ursprünglich drei Individuen bedingt. Um so spärlicher sind die Extremitätenknochen vertreten, es sind nur vorhanden je eine linke Scapula, Ulna nebst Radius, ein zusammengehöriges Humeruspaar, ein rechtes Calcaneum und ein sehr unvollständiges Femur nebst einer Tibia. Ferner fanden sich einige Halswirbel, darunter Atlas und Axis und ein Rückenwirbel.

Alle Wolfsreste, namentlich die Zähne, haben verhältnismäßig bedeutende Größe, woraus wir auf eine sehr starke Wolfsrasse schließen dürfen. Sie war sicher noch etwas größer als die Wölfe aus der Gailenreuther Höhle bei Streitberg. Zu erwähnen wäre noch ein rechter Unterkiefer mit Milchzähnen, allein sein frisches Aussehen und die anhaftende humöse Substanz spricht eher dafür, daß er von einem großen Haushund herrührt, der erst in jüngerer Zeit von Raubtieren in die Höhle verschleppt wurde.

### *Hyaena crocuta Erxl. var. spelaea.*

Im Gegensatz zum Wolf ist die Hyaena in der Buchenhüller Höhle ausgezeichnet vertreten. Ihre Überreste verteilen sich zwar nur auf zwei erwachsene Individuen und einen Fötus, letzterer angedeutet durch alle paarweise erhaltenen Röhrenknochen, aber von diesen sind nicht nur die Schädel und die Unterkiefer nebst allen paarigen Knochen von Vorder- und Hinterextremität, sondern auch beide fast vollständige Wirbelsäulen erhalten geblieben und nur die Carpalia, die meisten Tarsalia und einige Metacarpalia und Metatarsalia verloren gegangen. Auch sind von dem einen Schädel nur die Zähne des rechten Oberkiefers und zwar isoliert gefunden worden.

Bei dieser guten Erhaltung war es natürlich nicht schwer, ein montiertes Skelett aufzustellen. Da diese Reste nichts Neues bieten, kann ich jedoch von einer weiteren Besprechung absehen.

Nicht unerwähnt möchte ich hingegen den Umstand lassen, daß die Überreste der einen Hyäne dicht bei dem Mammutkiefer etwa in halber Höhe im Lehm unter Steinplatten lagen, die von der Decke abgeblättert sind, während jene der zweiten weiter hinten unter losen Steinplatten zum Vorschein kamen. Es besteht also die Möglichkeit, daß die Hyänen kurz vor oder bald nach dem Mammut in den Grund des Dolinentrichters geraten

waren und zwar als Kadaver. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß sie in der Höhle gelebt haben und ihre Knochen erst früher oder später nach ihrem Tode verschüttet wurden, ja man könnte fast glauben, daß dies für die weiter hinten gefundene Hyäne zutrifft, während die andere lebend in den Dolinenschlot gefallen und darin zu Grunde gegangen war, wo dann ihre Knochen unter eingeschwemmten Gesteinsmaterial begraben lagen, bis nach der vollkommenen Verwesung des Mammutkadavers der Absturz der Gesteinsmassen und Tierknochen erfolgte. Indessen spricht die vollständige Erhaltung der Hyänenreste und namentlich der fast tadellose Zusammenhang der Wirbel doch sehr für die Annahme, daß die Tiere wirklich in der Höhle gelebt haben. So enge und niedrig auch der Höhleneingang gewesen sein mag, so könnte er doch leicht groß genug gewesen sein, um einer Hyäne das Durchkriechen zu gestatten.

### Sonstige Tierreste.

Ungemein zahlreich waren in der Buchenhüller Höhle Knochen von Hasen, sehr häufig auch solche von Fuchs, darunter zwei Kiefer mit Milchgebiß. Etwas seltener war Dachs, hievon ein Schädel. Ferner fanden sich Reste von jungen Schweinen, von Schaf, von sehr vielen Rehen, dann von Rebhuhn, Gans und sehr viel von Haushuhn, die augenscheinlich von Füchsen in die Höhle geschleppt und darin verzehrt worden waren. Auch Fledermausknochen kamen zum Vorschein und von Nagetierknochen konnten *Scicurus vulgaris, Myoxus glis, Eliomys nitela* und *Arvicola amphibius* nachgewiesen werden, von *Myoxus* und *Arvicola* fand sich je ein Schädel, von *Eliomys* ein Unterkiefer.

Ich erwähne diese Arten nur der Vollständigkeit halber. Ihre Überreste gehören zweifellos der jüngsten Vergangenheit an, was auch schon aus dem frischen Erhaltungszustand hervorgeht. Nicht unerwähnt darf ich jedoch lassen, daß Füchse oder Dachse sich auch anscheinend mit Resten der pleistocänen Tierreste zu schaffen gemacht haben, denn der letzte Molar der linken Unterkieferzahnreihe von Rhinoceros lag mit Moos überwuchert, vor der Felsnische auf der Nordseite des Hügels, wohin er nur durch einen engen Schlupf aus der Höhlenkammer verschleppt worden sein konnte. Da menschliche Tätigkeit vollkommen ausgeschlossen ist, kann das nur durch spielende junge Füchse oder Dachse geschehen sein. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß durch Tiere eine solche Verschleppung von fossilen Tier- und wohl auch Menschenresten erfolgen könnte, woraus sich manche Störungen in der Stratigraphie von Höhlenfunden erklären lassen dürften.

Von Mensch haben sich in der Buchenhüller Höhle weder körperliche Überreste noch auch Werkzeuge gefunden, was bei der Unzugänglichkeit und Unwohnlichkeit der Höhle nicht überraschen kann.

## Das Alter der Tierreste der Buchenhüller Höhle.

Die in der Höhle gefundenen Säugetierarten gehören mit Ausnahme von *Hyaena crocuta*, Mammut und Edelhirsch, von denen der letztere bis in das älteste Pleistocän zurückreicht und auch die ersteren schon viel früher auftreten, als man vor nicht allzu langer Zeit für wahrscheinlich hielt, zweifellos dem jüngeren Pleistocän an, wofür auch schon ihr Erhaltungszustand spricht. Da aber die Höhle außerhalb des Gebietes der ehemaligen Vergletscherung liegt und auch keine Steinwerkzeuge des Menschen in der Höhle angetroffen wurden, bleibt es unentschieden, ob diese Individuen noch vor oder erst während der letzten Eiszeit, der Würmeiszeit gelebt haben.

Wir müssen daher versuchen, durch Vergleich der Buchenhüller Fauna mit jener von benachbarten Höhlen zum Ziele zu kommen. Als solche möchte ich die Räuberhöhle bei Etterzhausen, das Dürrloch im Schwaighauser Forst — beide Fundorte bei Regensburg — und das Schulerloch bei Kelheim namhaft machen, von denen der erste und letzte auch Werkzeuge des Menschen von zweifellosem Mousterien geliefert hat, während die Menschenreste aus dem Dürrloch ausschließlich neolithisch waren.

| | Buchenhüll | Räuberhöhle | Schulerloch | Dürrloch[1]) |
|---|---|---|---|---|
| *Hyaena crocuta var. spelaea* . . . | + | — | + | + |
| *Felis leo var. spelaea* . . . . . | — | + | + | — |
| *Gulo luscus* . . . . . . . . . . | — | — | — | + |
| *Lupus vulgaris* . . . . . . . . | + | — | + | + |
| *Leucocyon lagopus* . . . . . . | — | + | + | + |
| *Ursus spelaeus* . . . . . . . . | — | + | + | — |
| *Ursus arctos* . . . . . . . . | — | — | — | + |
| *Elephas primigenius* . . . . . . | + | + | + | + |
| *Rhinoceros antiquitatis* . . . . . | + | + | + | + |
| *Equus Woldřichi*[2]) . . . . . . | + | + | + | + |
| *Rangifer tarandus* . . . . . . | + | + | + | + ? |
| *Cervus elaphus* . . . . . . . . | + | + | + | + |
| *Megaceros Germaniae* . . . . . | + | — | + | — |

[1]) Sehr häufig sind hier Überreste von *Meles taxus*, sie stammen jedoch wahrscheinlich aus jüngster Vergangenheit ebenso wie jene der Buchenhüller Höhle. Ich führe ihn deshalb auch hier nicht an.

[2]) Das Pferd der Räuberhöhle stimmt eher mit *Equus germanicus* Nehring überein, auch scheint *Equus Przewalskii* vorzukommen. Es liegen jedoch überhaupt nur wenige Zähne vor.

| | Buchenhüll | Räuberhöhle | Schulerloch | Dürrloch |
|---|---|---|---|---|
| *Capreolus caprea* . . . . . . . | — | — | — | + |
| *Bison priscus* . . . . . . . . | + | + | + | ? |
| *Ibex priscus* . . . . . . . . | — | — | + | — |
| *Sus scrofa ferus* . . . . . . . | — | — | — | + |
| *Hystrix leucura* . . . . . . . | — | — | — | + |
| *Castor fiber* . . . . . . . . . | — | + | — | — |

Die Fauna der Buchenhüller Höhle zeigt also die größte Ähnlichkeit mit jener vom Schulerloch. Es fehlen nur Höhlenlöwe, Höhlenbär, Eisfuchs und Steinbock. Die Abwesenheit der beiden ersten erklärt sich ohne weiteres durch den mangelhaften Zugang der Höhle. Der Löwe ist außerdem in bayerischen Höhlen immer ein sehr seltener Gast. Der Steinbock bildet ebenfalls einen nur zufälligen Faunenbestandteil und der Eisfuchs ist wegen seiner Häufigkeit in unzweifelhaft postglazialen Schichten wie am Schweizersbild für stratigraphische Zwecke ohnehin wenig geeignet. Das Fehlen dieser vier Arten spricht also nicht im geringsten gegen die Gleichalterigkeit der Fauna von Buchenhüll und der vom Schulerloch. Was die Fauna der Räuberhöhle betrifft, so unterscheidet sie sich von der Buchenhüller durch das Fehlen von Hyäne, Wolf, Edelhirsch und Riesenhirsch, wofür sie jedoch Höhlenlöwe, Eisfuchs und Höhlenbär sowie Biber aufzuweisen hat. Der Biber ist natürlich nur ein ganz zufälliger Bestandteil dieser Tiergesellschaft, Edelhirsch und Riesenhirsch zählen in den bayerischen Höhlen stets zu den selteneren Vorkommnissen, ihre Häufigkeit bzw. sehr vollständige Erhaltung in der Höhle von Buchenhüll erklärt sich leicht durch die ganz eigenartige Ablagerung der dortigen Tierreste. Wolf ist bei seiner relativen Seltenheit und seiner ausgedehnten vertikalen Verbreitung im Pleistocän ohnehin wenig beweiskräftig, und das Fehlen von Hyäne in der Räuberhöhle erklärt sich daraus, daß hier Höhlenbär sehr häufig ist, neben dem Hyäne doch immer nur eine untergeordnete Rolle spielt, soferne sie überhaupt anwesend ist.

Die Fauna des Dürrlochs hat zwar scheinbar mit jener von Buchenhüll ziemlich viele Arten gemein, aber bei näherer Prüfung der Reste schrumpft diese Ähnlichkeit stark zusammen, denn Mammut und Rhinoceros sind nur durch einige unbestimmbare Knochenbruchstücke vertreten, deren Gleichalterigkeit mit den übrigen Tierknochen keineswegs feststeht, das Gleiche gilt auch von den sehr spärlichen etwaigen Überresten von Renntier und Bison. Der stets sehr seltene Vielfraß, in Bayern sonst nur aus der Gailenreuther Höhle bekannt, beweist meiner Ansicht nach nicht einmal ein besonders kaltes Klima,

denn er hat schon im warmen Altpleistocän einen Vorläufer in Europa (*Gulo Schlosseri* Kormos),[1]) in Ungarn (Püspökfürdö), Deutschland (Mosbach) und England (Forestbed). Er hat sich gleich dem Renn erst im jüngeren Pleistocän der Kälte angepaßt und ist mit dem Zurückgehen der Gletscher in die arktischen Gebiete eingewandert. Die im Dürrloch so häufigen Überreste von Reh stammen wohl zum Teil aus älterer Zeit, sie haben jedoch für uns kein größeres Interesse. Auch mit Wildschwein ist in stratigraphischer Hinsicht nicht viel anzufangen, wohl aber sind beide untrügliche Beweise für ein gemäßigtes Klima. Für die Zeitbestimmung der Dürrlochfauna dürfte sich dagegen das Stachelschwein[2]) eignen, denn die nämliche Art fand ich auch zusammen mit der Mikrofauna (Lemming, Pfeifhase) in der Höschhöhle bei Rabenstein in Oberfranken, wo über das postglaziale Alter dieser Mikrofauna nicht der geringste Zweifel bestehen kann. Für ein relativ geringes Alter der Dürrlochfauna spricht ferner auch die ziemliche Häufigkeit von Braunem Bär, während Höhlenbär vollständig fehlt. Auf den Bären ist auch die Anhäufung der zahlreichen Pferde- und Hirschknochen im Dürrloch zurückzuführen, denn lebend konnten diese Tiere unmöglich durch den langen, schmalen Gang in die Höhle gelangen. Es bleiben also von den Arten, welche das Dürrloch mit der Buchenhüller Höhle gemein hat, streng genommen nur drei übrig, nämlich Hyäne, Edelhirsch und Wildpferd, von denen wieder Hyäne anscheinend nur durch ein einziges Individuum vertreten war, während der Edelhirsch und das Pferd so viele Überreste hinterlassen haben, daß man die Individuenzahl mindestens auf je fünf bis sechs schätzen darf. Bei dieser Häufigkeit der Pferdereste könnte man wirklich versucht sein, die knochenführenden Schichten des Dürrlochs in das Solutréen zu stellen, womit auch die gleichzeitige Anwesenheit von Stachelschwein, von braunem Bär und von Reh und Edelhirsch ganz gut in Einklang zu bringen wäre, soferne das Solutréen, wie Obermaier meint, schon in die Postglazialzeit fiele und nicht in die Würmeiszeit, wie die meisten Forscher annehmen. Jedenfalls spricht die Fauna des Dürrlochs entschieden für ein sehr gemäßigtes Klima. Da nun die Pferde-Art oder -Rasse *Equus Woldřichi* im Dürrloch die nämliche ist wie in der Buchenhüller Höhle, und die Pferdereste nach Notizen des Herrn Karl Gareis zu oberst im Schlot

---

[1]) Drei neue Raubtiere. Mitteilung. aus dem Jahrbuch der K. Ung. Geolog. Reichsanstalt. Budapest 1914, p. 226, Taf. VI, Fig. 1—6.

[2]) Außer durch Kiefer und Knochen wird die Anwesenheit dieses Tieres auch durch die massenhaften Nagespuren an den Pferde- und Hirschknochen und den Hirschgeweihen bewiesen. Die ersten derartigen Spuren hat J. Ranke an Knochen aus dem Zwergloch bei Pottenstein entdeckt und mit Recht auf das Stachelschwein zurückgeführt.

gefunden wurden, also jedenfalls jünger sind als Mammut, die Nashörner und Edelhirsch und Renntier, so läge es nahe, auch das Buchenhüller Pferd in das Solutréen zu stellen. Die überwiegende Mehrzahl der Buchenhüller Tierreste gehört jedoch, wie sich aus der überraschenden Ähnlichkeit mit der Fauna des Schulerlochs bei Kelheim ergibt, dem Moustérien an, das im Schulerloch durch eine Menge Moustérien-Werkzeuge von F. Birkner nachgewiesen wurde, die noch dazu mit den Tierresten aufs innigste vermischt waren. Da aber die Pferdereste des Schulerlochs trotz ihrer Zugehörigkeit zum Moustérien in keiner Weise sich von jenen aus der Buchenhüller Höhle unterscheiden, so liegt auch kein Grund vor, den letzteren ein wesentlich jüngeres Alter, also Solutréen oder Aurignacien, wie das Solutréen mit Pferden jetzt genannt wird, zuzuschreiben. Wir werden also kaum fehlgehen, wenn wir auch sie in das Moustérien stellen.

Das Moustérien, welchem also höchst wahrscheinlich auch die Buchenhüller Tierreste angehören, wird von Obermaier[1]) zum Teil in die Würmeiszeit und zum Teil in die jüngere Periode der letzten Interglazialzeit, die Rißwürminterglazialzeit gestellt, nach Penk fällt es in die letzte Zwischeneiszeit und in die vorletzte Eiszeit, die Rißeiszeit. Bayer[2]) verlegt es ganz in die Rißeiszeit, während nach Wiegers[3]) das Moustérien mit der kalten Fauna Obermaier's (*Elephas primigenius*, *Rhinoceros antiquitatis*, *Rangifer tarandus*) noch in die Würmeiszeit sich erstreckt und außerdem das ganze letzte Interglazial ausfüllt, und zwar lebte im älteren Teil dieser Periode noch eine warme Fauna in *E. antiquus*, *Rh. Mercki* und *Cervus elaphus*. Nach meinem Dafürhalten dürfte die Wiegersche Ansicht den wirklichen Verhältnissen am besten entsprechen, wenn auch die Befunde in den fränkischen und oberpfälzischen Höhlen hiefür keine direkten Beweise liefern, am allerwenigsten aber die Fauna und die vertikale Verbreitung der Tierreste in der Buchenhüller Höhle, denn hier haben augenscheinlich Renntier und Edelhirsch gleichzeitig gelebt, was nach der Wiegerschen Chronologie wohl doch ausgeschlossen wäre.

Nach meinen Erfahrungen in den von mir untersuchten Höhlen, z. B. in der Rabensteiner und Lutzmannsteiner Höhle sowie im Schulerloch ruht auf dem Lehm mit den Resten der kalten Fauna, im Schulerloch auch mit Mou-

---

[1]) Tabelle in F. Birkner, Der diluviale Mensch in Europa. München 1916, p. 26.

[2]) Das geologisch-archäologische Verhältnis im Eiszeitalter. Zeitschrift für Ethnologie, Anthropologie und Urgeschichte 1912, p. 1—22.

[3]) Die Gliederung des französischen Pliocäns und Pleistocäns. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1913, p. 384 und Über das Alter des diluvialen Menschen in Deutschland. Ibidem, Monatsberichte p. 541.

stérien-Werkzeugen sehr häufig eine dicke Sinterdecke und zwar von einem dichten, stängeligen, durchscheinenden Sinter, und erst auf dieser finden sich die Überreste jüngerer Faunen. In der Velburger Gegend und in einer Höhle bei Neuhaus a. d. Pegnitz lag auf dieser Decke die postglaziale Mikrofauna mit Lemming und Pfeifhase. Diese Sinterdecke, die in ganz trockenen Höhlen allerdings fehlt oder nur durch vereinzelte Tropfsteinbildungen ersetzt wird, muß meines Erachtens unbedingt eine bestimmte Periode repräsentieren, in welcher die Höhlen mehr oder weniger mit Wasser gefüllt waren. Die Art des Sinters spricht für eine förmliche Auskristallisierung in großen Wasserbecken, wodurch natürlich den Tieren der Aufenthalt in den Höhlen verwehrt war. In dieser Zeit wurde das Mammut immer seltener, Nashorn starb in Europa wahrscheinlich ganz aus, und vom Höhlenbären dürfen wir das mit voller Bestimmtheit annehmen. Diese so oft anzutreffende Sinterbildung, die wohl nur unter Wasser entstehen konnte und heutzutage in dieser Weise nicht mehr vor sich geht, bedingt meines Erachtens eine sehr niederschlagreiche Periode. Die erhöhte Niederschlagsmenge hatte zur Folge, daß die Täler des Jura von Hochwassern durchströmt wurden, wodurch das Tierleben ganz auf das Plateau beschränkt war. Tierreste konnten also damals nur vom Plateau aus durch schachtähnliche Spalten und durch Dolinentrichter in Höhlen gelangen. Als eine solche niederschlagreiche Periode dürfte sich die Würmeiszeit oder doch mindestens ihr Anfang außerhalb der vergletscherten Gebiete geltend gemacht haben.

Ich weiß nun sehr gut, daß den Zeiten mit ausgedehnter Vergletscherung von vielen Seiten gerade im Gegenteil ein sehr trockenes Klima zugeschrieben wird, allein ich vermag nicht einzusehen, was dann die Bildung einer ungewöhnlich mächtigen Schneedecke und demzufolge auch das übermäßige Anwachsen und Vordringen der Gletscher veranlaßt haben sollte, da erfahrungsgemäß gerade trockene Kälte die Verdunstung begünstigt und, wie man nicht selten beobachten kann, sogar das völlige Verschwinden von nicht allzu dicken Schnee- und Eislagen veranlaßt. Jedenfalls muß also wenigstens zu Beginn einer jeden Eiszeit ein niederschlagreiches Klima geherrscht haben.

Der Höhlenbär ist nach meinen Erfahrungen geradezu das Leitfossil für die letzte Interglazialzeit oder doch mindestens für die letzte kalte Phase dieser Periode. [1]) Das zeigt aufs deutlichste sein massenhaftes Vorkommen in den Höhlen der Alpen, im Wildkirchli am Sentis, in einigen Dachsteinhöhlen in den nahezu 1600 Meter hoch gelegenen Gamslöchern am Untersberg und

---

[1]) Ihr ging eine warme Phase mit *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii* und *Ursus arctos* voraus, Taubach, Krapina.

in der Tischoferhöhle bei Kufstein, die während einer Vergletscherung für Tiere durchaus unerreichbar waren. Besonders überzeugend ist in dieser Hinsicht die Tischoferhöhle. Selbst wenn die übrigen genannten Höhlen nicht direkt durch Eis versperrt gewesen sein sollten, so war das doch sicher bei dieser tief gelegenen Höhle der Fall, denn der würmeiszeitliche Gletscher reichte hier noch mindestens 500 Meter höher am Berghang hinauf, woraus wir schließen dürfen, daß die Höhle auch in der Rißeiszeit tief unter dem Gletscher begraben war. Der Höhlenbär kann also hier doch ganz gewiß nur interglazial[1]) gewesen sein. Daran, daß Höhlenbär und Moustérien gleichzeitig sind, kann wohl nicht ernstlich gezweifelt werden. Ist aber Höhlenbär interglazial, so muß das in der Hauptsache auch für das Moustérien gelten, wobei allerdings auch die Möglichkeit gegeben ist, daß diese Kulturstufe noch ein wenig tiefer herabreicht, also etwa noch in den Schluß der Rißeiszeit. Nie und nimmer kann das Moustérien jedoch, wie Bayer meint, ausschließlich mit der Rißeiszeit zusammenfallen.

Soferne die Sinterbildungen der Buchenhüller Höhle eine Eiszeit andeuten, kann es nur die Rißeiszeit sein. Die daraufliegenden Tierreste gehören zwar in der Hauptsache, wie sich aus der Ähnlichkeit der Fauna mit der des Schulerlochs ergeben hat, dem Moustérien an — nur die Pferdereste könnten allenfalls wegen ihrer Lage in der oberen Partie des Dolinentrichters aus dem älteren Solutréen oder Aurignacien stammen —, sie eignen sich aber sehr wenig für chronologische Bestimmungen, weil sie nicht mit Steinwerkzeugen vergesellschaftet sind, vor allem jedoch aus dem Grunde, weil die Höhle hoch oben auf dem Juraplateau liegt, weit entfernt von einem Flußtal, welches etwa aus seiner Tieferlegung Schlüsse auf die Periode und die Dauer der Erosion gestatten könnte. Das Plateau bot sowohl während einer Zwischeneiszeit als auch während einer Eiszeit eine geschützte und jederzeit auch genügend Futter liefernde Heimstätte für die Tierwelt. Wir wissen nur soviel, daß die Ausfüllung des Dolinentrichters sicher lange Zeit erfordert hat und spätestens vor Beginn der Postglazialzeit beendet war, während der Anfang sicher erst in die letzte Zwischeneiszeit fallen kann und zwar auch erst in den zweiten Abschnitt dieser Periode, soferne ihr erster Abschnitt durch die warme Fauna von Taubach und Krapina repräsentiert wird. Immerhin ist jedoch die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß die Ausfüllung dieser Doline ausschließlich in die letzte Interglazialzeit fällt, und die letzte Eiszeit sich hier

[1]) Das geht übrigens auch daraus hervor, daß die mächtige Höhlenbärenschicht auf einer Lage von Bachkugeln lag, unter denen sich auch polierte und gekritzte Geschiebe befinden, die doch nur der Rißeiszeit angehören können.

durch eine verstärkte Abrasion des Plateaus geltend gemacht hat, wobei dann auch der oberste Teil der Doline mit ihrem Gesteinsmaterial und den zu oberst eingebetteten Tierresten abgetragen wurde und unter diesen auch der größte Teil des zweiten Mammutskelettes, dessen einstige Anwesenheit nur mehr durch ein paar Extremitätenknochen angedeutet ist. Sehr groß bräuchte der Betrag der Abrasion in diesem Falle nicht zu sein, es dürften hier sogar schon einige Meter genügen. Es liegt mir jedoch fern, auf die schwierige Frage, um welchen Betrag die Oberfläche des Juraplateaus seit der letzten Interglazialzeit durch Ablation und Deflation tiefergelegt wurde, einzugehen. Solche Studien, die sich natürlich in erster Linie auf die Ermittelung des Betrages der Talerosion stützen und auf den ganzen Frankenjura erstrecken müßten, erfordern jedoch auch bessere topographische Grundlagen, als zurzeit vorhanden sind.

---

## Rückblick.

Zu den schon seit längerer Zeit bekannten Fundorten fossiler Säugetiere in der Eichstätter Gegend, Pappenheim, Solnhofen, Adelschlag und Grobschwart bei Raitenbuch, kamen durch glücklichen Zufall in den letzten Jahren drei neue, welche überdies nicht nur viel mehr und viel bessere Überreste geliefert haben als jene früheren, sondern auch deshalb unvergleichlich wichtiger sind, weil sie auch Aufschluß geben über die Ursachen, welche hier den Tod der Tiere veranlaßt haben.

Zwei von diesen neuen Fundstätten enthielten Tierreste aus der Tertiärzeit, es sind das Mörnsheim, südöstlich von Solnhofen und Attenfeld, nördlich von Neuburg a. D.

Bei Mörnsheim kamen in einer Spalte des lithographischen Schiefers Kiefer und Knochen von marderähnlichen Raubtieren, *Palaeogale* und *Plesictis* zum Vorschein. Die Tiere wurden anscheinend in ihrem Schlupfwinkel unter eingeschwemmtem Lehm begraben und zwar gegen Ende des Oligocäns.

Die Tierreste von Attenfeld stammen aus dem Obermiocän. Sie fanden sich in einem schlotähnlichen Hohlraum des Juradolomits. Wir haben uns den Schlot als den Trichter eines jetzt bis auf diesen Rest abgetragenen Quelltümpels vorzustellen, in welchen die Tiere beim Trinken hineinfielen und hier zu Grunde gingen, weil sie sich an den steilen Wänden nicht mehr herausarbeiten konnten. Es wurden hier fast nur Tiere von geringer Körpergröße gefunden, während große ganz fehlen und mittelgroße nur durch jugendliche Individuen und einzelne Muttertiere vertreten sind. Als die wichtigsten Typen dieser Fauna sind zu nennen *Rhinoceros sansaniensis*, ein kleines Nashorn, *Anchitherium*, ein Vorfahre des Pferdes, *Hyotherium*, der Ahne der Schweine, *Dorcatherium*, ein noch jetzt in Westafrika lebender, sehr ursprünglich organisierter Hirsch, *Palaeomeryx* von Reh- und von Renntiergröße und mehrere Zwerghirscharten, *Lagomeryx*, zwei Arten von Pfeifhasen, ein wieseläbnlicher Marder, *Palaeogale* und eine neue Raubtiergattung *Aeluravus*, vermutlich der Stammvater des heutzutage im Himalaja lebenden Subursen *Aelurus*. Unter den hier gefundenen Vögeln verdient besondere Erwähnung ein Fasan, *Phasanius altus*. Die Reptilien verteilen sich auf eine mit der Ringelnatter

verwandte, aber doppelt so große Schlange, *Protropidonotus*, auf eine sehr große fußlose Eidechse, *Propseudopus* und auf eine Landschildkröte, *Testudo antiqua*.

Der dritte Fundort ist die Höhle von Buchenhüll bei Eichstätt, welche Herr Karl Gareis mit ungemein großer Sorgfalt untersucht und ausgebeutet hat, sodaß es möglich war, in dem eigens für diese Funde errichteten Luitpoldmuseum in Eichstätt nicht nur eine Anzahl prächtiger Schädel und vollständiger Extremitäten sondern sogar Skelette von Edelhirsch, Renntier, Hyäne und Mammut aufzustellen. Außer diesen vier Arten fanden sich Nashorn, zwei Muttertiere mit zwei Jungen, Riesenhirsch, Bison, Pferd und Wolf. Die Tiere lebten wahrscheinlich während der zweiten Periode der letzten Interglazialzeit. Bemerkenswert erscheint der Umstand, daß der Riesenhirsch und die meisten Edelhirsche eben ihr Geweih abgeworfen hatten, ihr Tod erfolgte daher offenbar am Anfang des Frühlings. Wie bei Attenfeld hatte sich auch bei Buchenhüll im Juradolomit eine Doline gebildet, die wenigstens zeitweise mit Wasser gefüllt war, in welchem beim Trinken hineingefallene Tiere zugrunde gingen. Ihre Skelette sammelten sich in dem schlotartigen Dolinengrunde an, bis das Gewicht der Knochen und des eingeschwemmten Plateaulehms und des von den Schlotwänden abgewitterten Dolomitsandes so groß wurde, daß die dünne Decke der eigentlichen Höhle durchbrach und die Knochen mit dem sie umhüllenden Sand und Lehm in die Höhle hinunterstürzten. Neu hinzugekommene Tierkadaver und neues lockeres Gesteinsmaterial füllte dann wieder den Schlot, sodaß von ihm vor der Beendigung der Ausgrabung über Tag überhaupt nichts zu sehen war. Die Höhle ist jedoch nicht nur wegen ihrer tierischen Überreste sondern auch deshalb bemerkenswert, weil sie die Ursache ihrer Entstehung, nämlich die Verwitterung auf zwei sich kreuzenden Spalten, einer horizontalen und einer vertikalen, deutlich erkennen läßt.

Aus der vorliegenden Abhandlung dürfte zu ersehen sein, daß man auch als simpler Palaeontologe und ohne die heutzutage so beliebte Marktschreierei ganz leidlich „palaeobiologisch“ zu arbeiten vermag, soweit das überhaupt erforderlich ist, wofür sich übrigens auch schon in der älteren Fachliteratur genug Beispiele finden ließen.

---

## Tafel I.

Fig. 1. *Palaeobatrachus* sp. Coccyx von oben.
Fig. 2. *Protropidonotus neglectus* n. g. n. sp. Wirbel von oben und von unten.
Fig. 2a. *Protropidonotus neglectus* n. g. n. sp. Derselbe von hinten und von vorne.
Fig. 3. *Protropidonotus neglectus* n. g. n. sp. Kleinster Wirbel von oben und von unten.
Fig. 3a. *Protropidonotus neglectus* n. g. n. sp. Derselbe von hinten und von vorne.
Fig. 4. *Propseudopus Fraasi* Hilgendorff. Dentale von innen.
Fig. 4a. *Propseudopus Fraasi* Hilgendorff. Parietale mit Parietalloch von oben.
Fig. 4b. *Propseudopus Fraasi* Hilgendorff. Pterygoid von unten.
Fig. 5. *Phasianus* cfr. *altus* M. Edwards. Fragment des Tarsometatarsus mit Sporn.
Fig. 6.? *Fringillide* g. et sp. ind. Metacarpus von innen nat. Gr. und $\frac{3}{1}$ nat. Gr.
Fig. 7. *Titanomys Fontannesi* Depéret. Metacarpus II von hinten.
Fig. 7a. *Titanomys Fontannesi* Depéret. Metatarsale III von hinten.
Fig. 8. *Plesictis pygmaeus* Schlosser. Linker Unterkiefer mit $P_4$—$M_1$ von innen, von außen und von oben. Oligocän. Mörnsheim.
Fig. 9. *Palaeogale felina* Filhol. Rechter Unterkiefer mit $C_1$ $P_1$—$P_4$ von außen. Ibidem.
Fig. 9a. *Palaeogale felina* Filhol. Linker Unterkiefer mit $P_2$—$M_2$ von innen, von außen und von oben. Ibidem.
Fig. 10. *Palaeogale ultima* n. sp. Rechter unterer $D_4$ von innen und von außen nat. Gr. von oben $\frac{3}{1}$ nat. Gr.
Fig. 10a. *Palaeogale ultima* n. sp. Rechter Unterkiefer mit $M_1$—$M_2$ von innen und von außen nat. Gr., von oben $\frac{3}{1}$ nat, Gr.
Fig. 10b. *Palaeogale ultima* n. sp. Tibia. Distales Ende. — Fig. 10c. Tibia. Proximaler Teil von vorne.
Fig. 10d. *Palaeogale ultima* n. sp. Femur. Proximaler Teil von vorne. — Hig. 10e. Femur. Distaler Teil von vorne nat. Gr.
Fig. 11. *Talpa minuta* Blainville. Unterkieferfragment von oben $\frac{3}{1}$ nat. Gr. und von außen nat. Gr.
Fig. 12. *Cricetodon minus* Lartet. Unterkiefer von außen nat. Gr., Molaren von oben $\frac{3}{1}$ nat. Gr.
Fig. 13. *Prolagus oeningensis* König. Unterkiefer von außen und Zahnreihe von oben nat. Gr.
Fig. 14. *Titanomys Fontannesi* Depéret. Distales Ende der Tibia von hinten. — Fig. 14a. Calcaneum von vorne. — Fig. 14b. Humerus. Distales Ende von vorne nat. Gr.
Fig. 15. *Titanomys Fontannesi* Depéret. Unterkiefer von außen und Zahnreihe $P_4$—$M_3$ von oben nat. Gr.
Fig. 16. *Titanomys Fontannesi* Depéret. Oberkieferzahn von vorne nat. Gr. — Fig. 16a, b, c. Drei obere $M$ von unten $\frac{3}{1}$ nat. Gr.
Fig. 17. *Palaeomeryx (Lagomeryx) Meyeri* Hofmann. Oberer $M^3$ von unten. — Fig. 17a. $P^4$ von unten. — Fig. 17b. $D_4$ und Fig. 17c $D_3$ von oben. — Fig. 17d. $P_4$ und Fig. 17e $M_1$ von oben nat. Gr.
Fig. 18. *Palaeomeryx (Lagomeryx) parvulus* Roger. Oberer $P^3$ und Fig. 18a $P^4$ von unten. — Fig. 18b. $M^3$ von unten nat. Gr.
Fig. 19. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Obere $M^2$ und $M^3$ von unten nat. Gr.
Fig. 19a. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Unterkieferfragmente mit $M_2$ und $M_3$ und mit $P_3$ und $P_4$ von außen.
Fig. 20. *Palaeomeryx (Lagomeryx) parvulus* Roger. Unterkiefer mit $M_2$ von außen und Fig. 20a $M_2$ von oben.

Fig. 21. *Palaeomeryx (Lagomeryx) parvulus* Roger. Geweih von oben und von vorne nat. Gr.
Fig. 22. *Palaeomcryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Distalende des Metacarpale einer Seitenzehe von vorne in nat. Gr. und $\frac{4}{1}$ nat. Gr.
Fig. 23. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Metatarsus von oben und von vorne nat. Gr.
Fig. 23a. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Metatarsus. Distalende von vorne nat. Gr.
Fig. 24. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Metacarpus von oben und von vorne nat. Gr,
Fig. 25. *Palaeomeryx (Lagomeryx) Meyeri* Hofmann. Metatarsus. Distalende von vorne nat. Gr.
Fig. 26. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Calcaneum. — Fig. 26a. Astragalus, beide von vorne nat. Gr.
Fig. 27. *Palaeomeryx (Lagomeryx) Meyeri* Hofmann. Tibia. Distalende von vorne nat. Gr.
Fig. 28. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Phalange der 1. und 2. Reihe von vorne nat. Gr.
Fig. 29. *Palaeomeryx (Lagomeryx) Meyeri* Hofmann. Klaue von der Seite. — Fig. 29a. Phalange der 2. und Fig. 29b der 1. Reihe von vorne nat. Gr.
Fig. 30. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Ulna von vorne nat. Gr.
Fig. 31. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Humerus. Distalende von vorne nat. Gr.
Fig. 32. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Tibia. Distalende von vorne nat. Gr.
Fig. 33. *Palaeomeryx (Lagomeryx) pumilio* Roger. Radius. Distalende von vorne nat. Gr. — Fig. 33a. Proximalende von vorne nat. Gr.
Fig. 34. *Palaeomeryx (Lagomeryx) Meyeri* Hofmann. Radius. Proximalende von vorne nat. Gr.
Fig. 35. *Palaeomeryx (Lagomeryx) Meyeri* Hofmann. Metacarpus, Lunatum und Uniforme von vorne nat. Gr.

Alle Originale mit Ausnahme von Fig. 8 und 9 aus dem Obermiocän von Attenfeld, Fig. 8 und 9 aus der oligocänen Spaltausfüllung von Mörnsheim.

## Tafel II.

Fig. 1. *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp. $M_1$ von außen. — Fig. 1a von oben.
Fig. 2. *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp. Cuneiforme III von oben.
Fig. 3. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. $M_3$ von oben.
Fig. 4. *Rhinoceros sansaniensis* Lartet. $P^3$ von unten.
Fig. 5. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Unterer $C$ von außen.
Fig. 6. *Palaeomeryx Bojani* v. Mey. Magnum von oben.
Fig. 7. *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp. Pyramidale von innen. Gelenkflächen für Ulna, Pisiforme, Lunatum und Uniforme.
Fig. 8. *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp. Unterer $C$ von innen.
Fig. 9. *Palaeomeryx Bojani* v. Mey. Unterer $M_3$ (dritter Lobus abgebrochen) von oben.
Fig. 10. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Oberer $D^2$ von unten.
Fig. 11. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Oberer $P^3$ von unten.
Fig. 12. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Oberer $M^3$ von unten.
Fig. 13. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Unterer $M_2$ von oben.
Fig. 14. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Ulna, Olecranon, von innen.
Fig. 15. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Radius, proximale Gelenkfläche.
Fig. 16. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Phalange II. Reihe einer Seitenzehe.
Fig. 17. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Metatarsale III. Proximale Gelenkfläche.
Fig. 18. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Metatarsale. Distale Gelenkflüche.
Fig. 19. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Phalange II. Reihe einer Mittelzehe.
Fig. 20. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Cuboid von vorne.
Fig. 21. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Astragalus von vorne.
Fig. 22. *Dorcathersum crassum* Lartet sp. Astragalus von vorne.
Fig. 23. *Dorcatherium crassum* Lartet sp. Calcaneum von oben.
Fig. 24. *Palaeomeryx Meyeri* Hofmann. Astragalus von vorne.
Fig. 25. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Mittleres Metapodium.

Fig. 26. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Metapodium einer Seitenzehe — Mt II?
Fig. 27. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Metapodium einer Seitenzehe — Mc?
Fig. 28. *Anchitherium aurelianense* Cuv. sp. Phalange 1. Reihe einer Seitenzehe.
Fig. 29. *Hyotherium Soemmeringi* v. Mey. Phalange 2. Reihe einer Mittelzehe.
Fig. 30. *Aeluravus viverroides* n. g. n. sp. Oberer $M^2$ von unten.
Fig. 31. *Aeluravus viverroides* n. g. n. sp. Untere Zahnreihe, $P_3$—$M_2$, von oben. — Fig. 31a. Dieselbe von außen.
Fig. 31b. *Aeluravus viverroides* n. g. n. sp. Unterkiefer von innen.
Fig. 32. *Equus Woldřichi* Antonius. Obere Zahnreihe $P^2$—$M^3$ von unten. Höhle von Buchenhüll bei Eichstätt.

Alle Originale in natürlicher Größe und mit Ausnahme von Fig. 32 aus dem Obermiocän von Attenfeld bei Neuburg a. D.

## Tafel III.

Fig. 1. *Megaceros* cfr. *Germaniae* Pohlig. Obere Zahnreihe $P^2$—$M^3$ von unten nat. Gr.
Fig. 2. *Megaceros* cfr. *Germaniae* Pohlig. Untere Zahnreihe $P_3$—$M_3$ von oben nat. Gr.
Fig. 3. *Rhinoceros antiquitatis* Blumenb. Untere Milchzahnreihe $D_1$—$D_4$ $M_1$ von oben nat. Gr.
Fig. 4. *Rhinoceros antiquitatis* Blumenb. Obere Milchzahnreihe $D^1$—$D^3$ von unten nat. Gr.
Fig. 5. *Rhinoceros antiquitatis* Blumenb. Unterkiefer mit $D_2$—$M_1$ und den Alveolen von $D_1$, $ID_2$ und $ID_1$. 1/2 nat. Gr. von oben.
Fig. 6. *Rhinoceros antiquitatis* Blumenb. Untere $D_1$—$D_4$ von außen. $D_1$ von einem zweiten Individuum. Idem Fig. 4 nat. Gr.

Alle Originale aus der Höhle von Buchenhüll.

## Tafel IV.

Eingang der Höhle nach vollendeter Ausgrabung, ursprünglich etwa nur 1 Meter hoch und breit. Oben auf der Höhe der eingezäunte Schlot. Aufgenommen von Herrn Karl Gareis.

## Tafel V.

Fig. 1. Hinterer Teil der Höhle. Plattig abgesonderte, von der Decke herabgefallene Dolomittrümmer, auf Lehm, Dolomitsand und Tierknochen liegend, die aus dem Schlot herabgestürzt und über den Boden der Höhle verstreut sind.

Fig. 2. Der über Tag mündende Schlot mit dem bereits etwa zur Hälfte ausgeräumten Kegel aus Lehm und Dolomitsand, welche die Tierreste einschließen. Rechts aufwärts Schlotwände mit Nischen, in denen die Knochen besonders zahlreich waren.

Beide Bilder von Herrn Karl Gareis aufgenommen.

## Tafel VI.

**Die Höhle von Buchenhüll.** Mit Benützung von Notizen und Zeichnungen von Herrn Karl Gareis.

Fig. 1. Längsschnitt der Höhle. 1 : 300. — a und b Spalten.

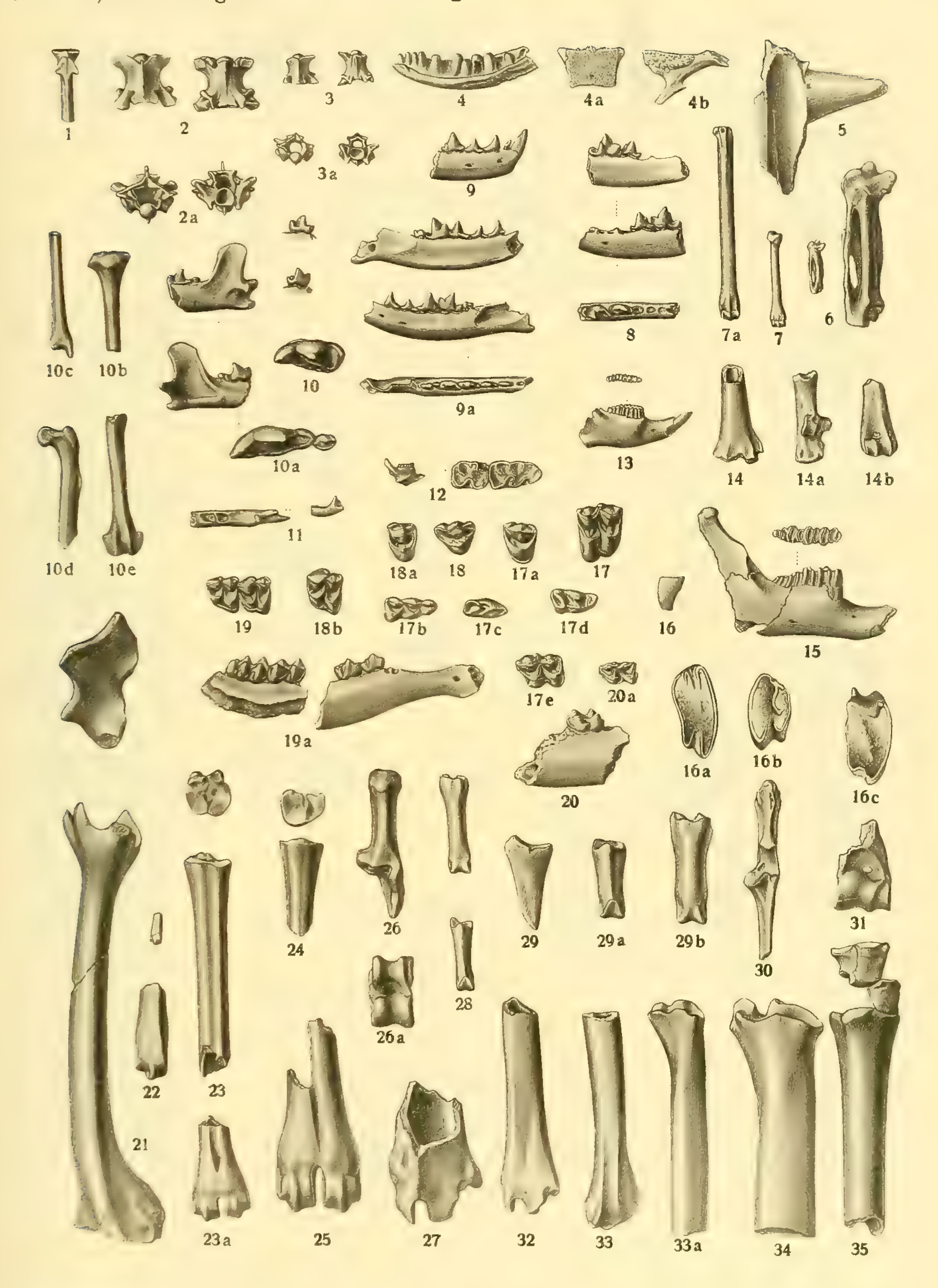
Fig. 2. Grundriß der Höhle. 1 : 300.

Fig. 3. Querschnitt der Höhle und des Schlotes im Pleistocän mit der Doline, welche bei der Abtragung des Plateaus verschwand. In der Doline Tierskelette und lehmiges eingeschwemmtes Gesteinsmaterial und zeitweilig Wasser. Im Schlote zerdrückte Skelette und sandiges Verwitterungsprodukt der Schlotwände. An der Decke der Höhlenkammer Tropfsteine und Kalksinter. Frühere Plateauoberfläche ...... 1 : 150.

Fig. 4. Querschnitt der Höhle und des Schlotes. ⁂ Gruppierung von Knochen. Doline durch Ablation entfernt. 1 : 150.

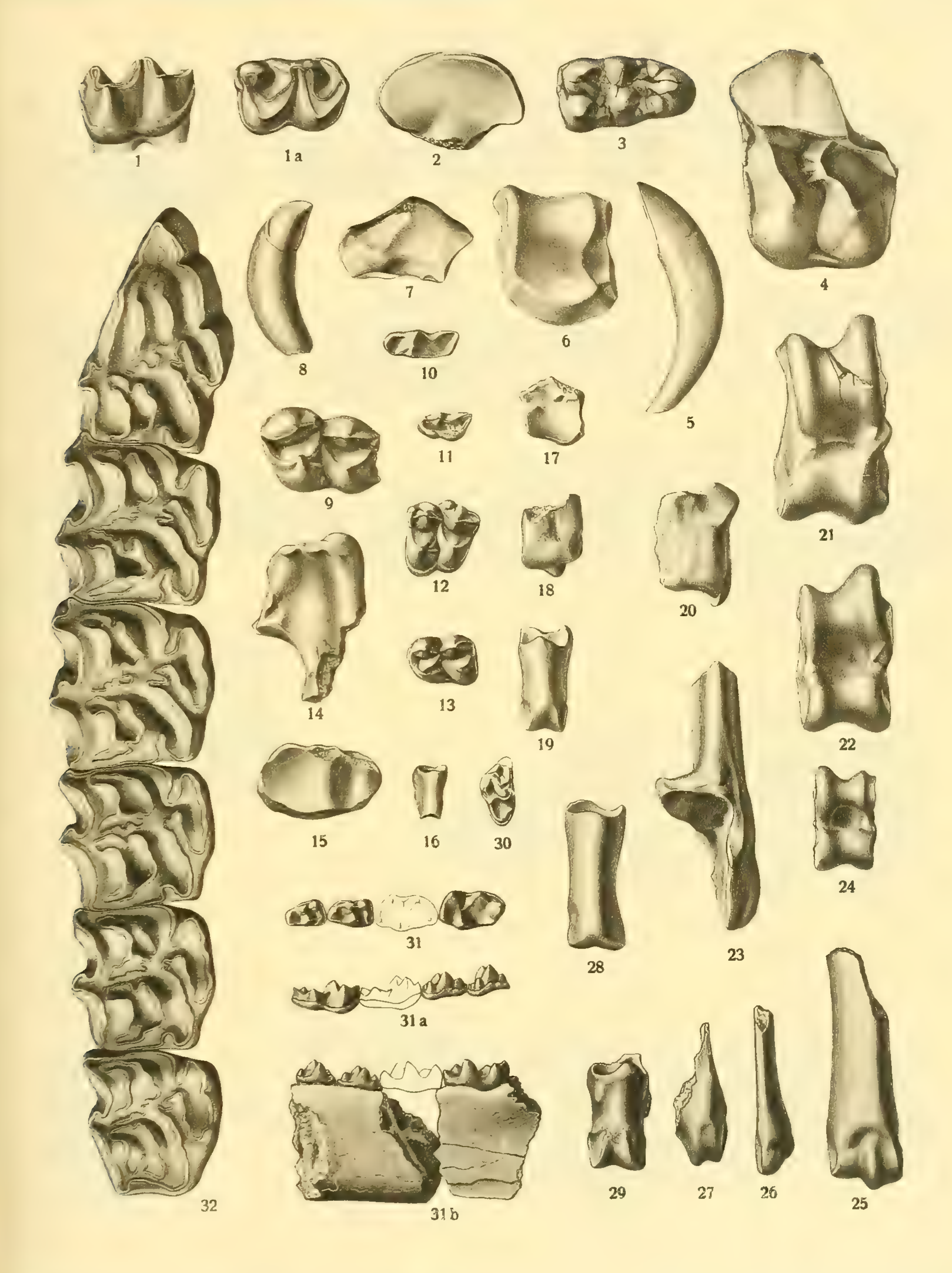
Erklärung der Signaturen:

| | | |
|---|---|---|
| B | Bisonreste. | |
| E | Edelhirschreste. | |
| H | Hyäne. | |
| Me | Mammut. | Extremitätenknochen. |
| Mi | „ | Stoßzähne. |
| Mk | „ | Unterkiefer. |
| Mp | „ | Becken. |
| Ms | „ | Schulterblatt. |
| Mw | „ | Wirbel. |
| Mz | „ | Oberkieferzähne mit Schädelknochen. |
| M2 | „ | Knochen des zweiten Mammut. |
| N | Nashornreste. | |
| P | Pferdereste. | |
| R | Renntierreste. | |
| Rh | Riesenhirsch. | |



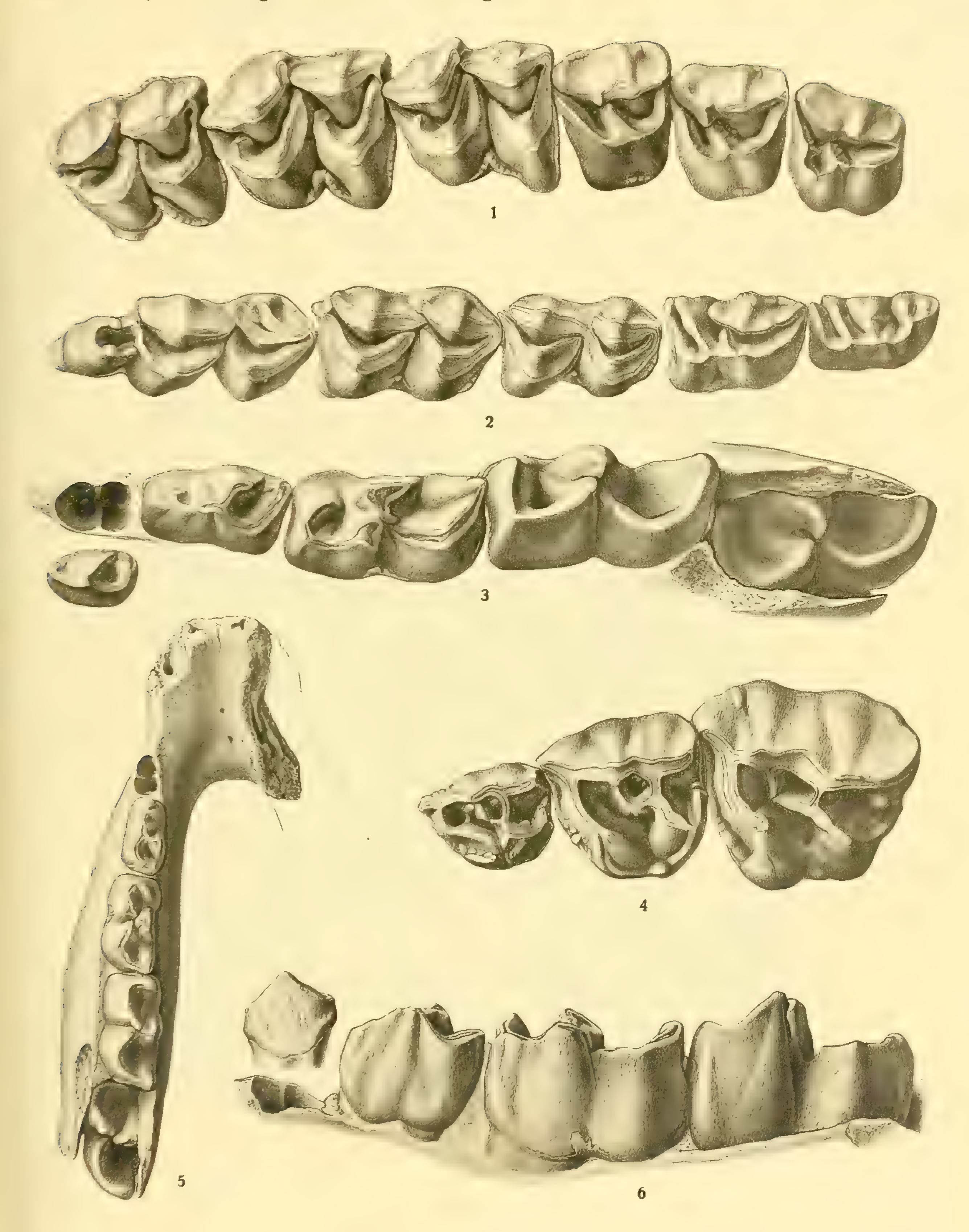



Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.






Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.






Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.

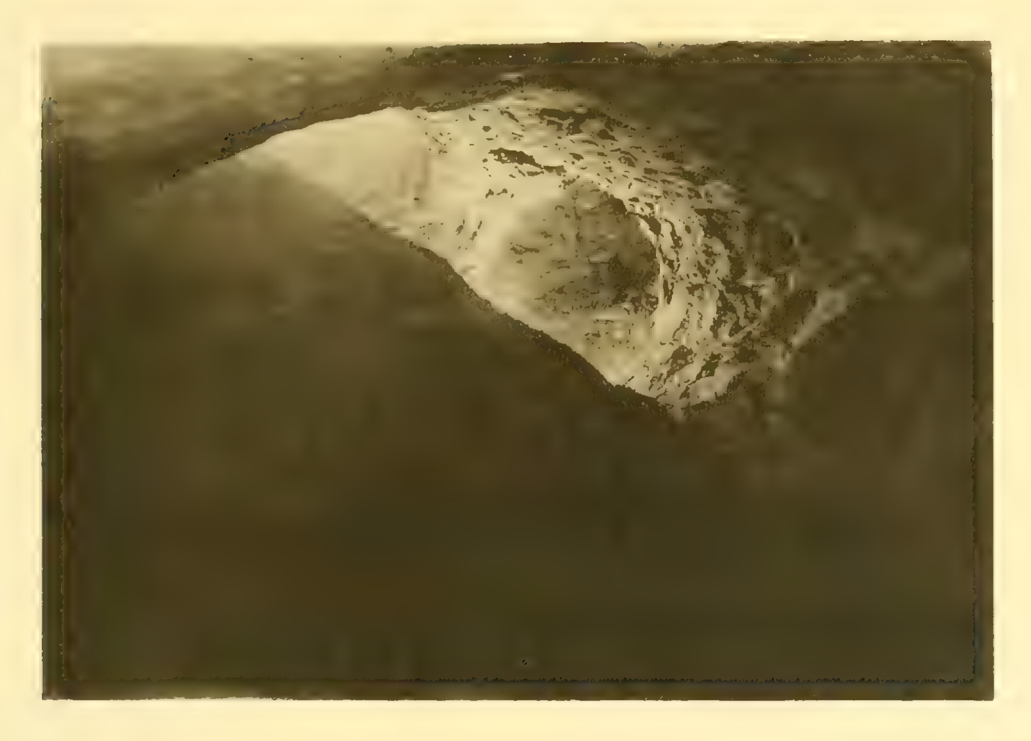




Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.



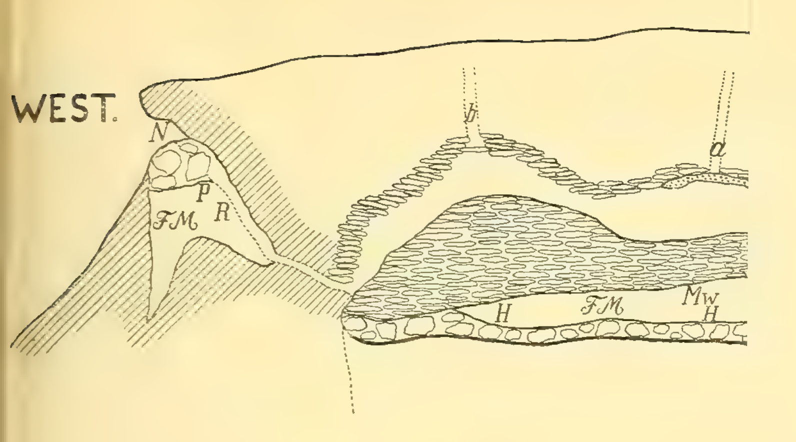
1



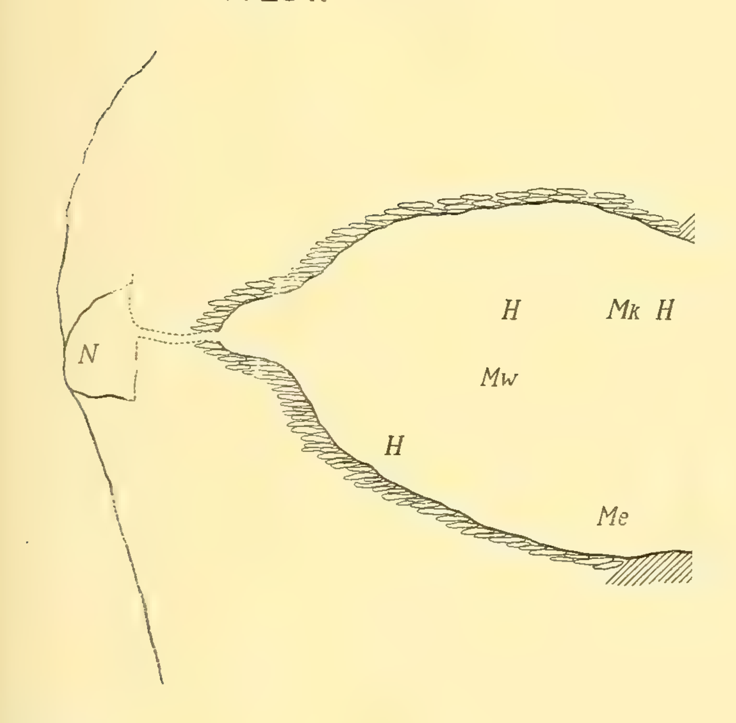
2



Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.



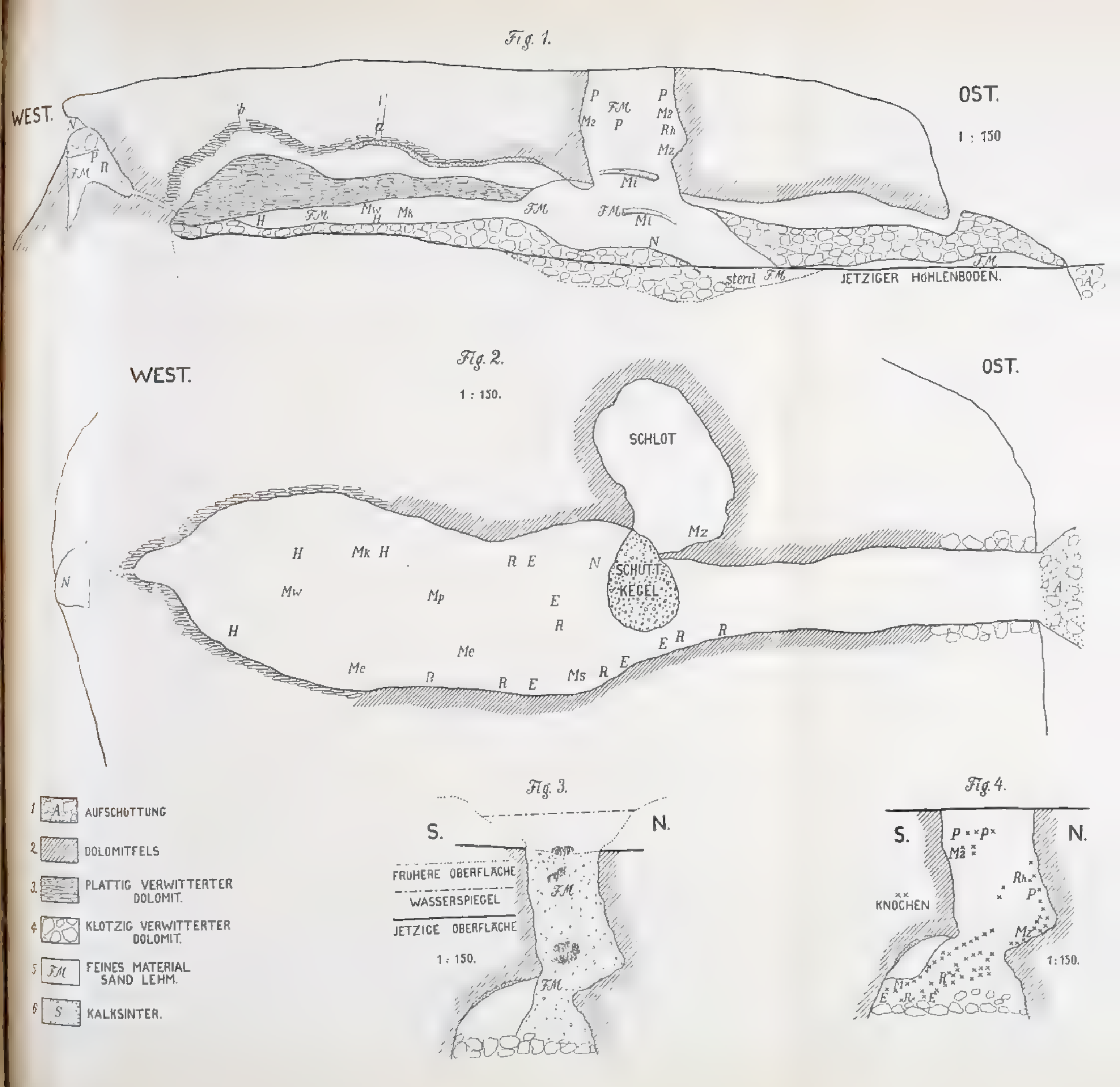

WEST.




1. A — AUFSCHUTTUNG.
2. DOLOMITFELS.
3. PLATTIG VERWITTERTER DOLOMIT.
4. KLOTZIG VERWITTERTER DOLOMIT.
5. FM — FEINES MATERIAL SAND LEHM.
6. S — KALKSINTER.

FR

JE




Druck der Kunstanstalten Josef Müller, München.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 7. Abhandlung

# Flächenteilung mit kürzesten Grenzen

Von

**Sebastian Finsterwalder**

Vorgelegt am 5. Mai 1916

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

# Einleitung.

Die Frage nach der Teilung einer Fläche durch ein System von Teilungslinien mit geringster Länge scheint bisher nicht eingehend erörtert worden zu sein, wie naheliegend sie auch auf den ersten Blick ist. Das ist schon daraus zu schließen, daß das wichtigste und überraschendste Ergebnis einer solchen Erörterung so gut wie unbekannt ist, obwohl es in den elementarsten Teilen der Geometrie seinen Platz finden könnte. Dieses Ergebnis geht dahin, daß die bei der Lösung der Frage auftretenden Teilungslinien nur in Ausnahmefällen kürzeste Linien sind und daß beispielsweise die Halbierung eines ebenen Dreiecks durch eine kürzeste Teilungslinie nicht mittels einer Geraden, sondern mittels eines Kreisbogens bewirkt wird. Ich beschäftige mich mit den einschlägigen Fragen seit etwa sieben Jahren, angeregt durch ein kartographisches Problem, nämlich die Oberfläche der Erdkugel so in eine gegebene Anzahl von Kartenblättern zu teilen, daß die Grenzlinien in ihrer Gesamtheit möglichst kurz ausfallen. Erst später bin ich zur gleichen Fragestellung in der Ebene und auf beliebige Flächen übergegangen. Das ganze Gebiet der Teilung mit kürzesten Grenzen ist so ausgedehnt und im Einzelnen verwickelt, daß eine Beschränkung bei der Behandlung dringend nötig ist. Ich habe sie darin gesucht, daß ich vorerst charakteristische Beispiele behandelte und an ihnen die Grundzüge einer allgemeinen Theorie klar zu machen suchte, ohne irgendwie die Forderung der Vollständigkeit der Aufzählung der möglichen Fälle oder die Strenge der Beweisführung zu stellen. Auch wenn solche Forderungen leichter zu erfüllen wären als im vorliegenden Falle, tut man gut die Tragweite der Fragestellung an Beispielen zu prüfen, ehe man an die Führung von Existenzbeweisen und ähnliches geht. Wenn dabei mechanische Analogien mehr als es bei dem rein geometrischen Charakter des Problems unbedingt nötig erscheint, herangezogen werden, so dürfte die Rechtfertigung hiefür in dem damit erzielten Gewinn an Anschaulichkeit zu finden sein. Im folgenden wird vielfach zwischen Teilungen mit kürzesten und solchen mit

allerkürzesten Grenzen unterschieden. Bei den ersteren ist der Vergleich nur in Bezug auf die Nachbarteilungen, bei den letzteren unbeschränkt gezogen. Den ersteren haftet mehr theoretisches, den letzteren mehr praktisches Interesse an.

## 1. Zweiteilung des Dreiecks und anderer ebener Figuren.

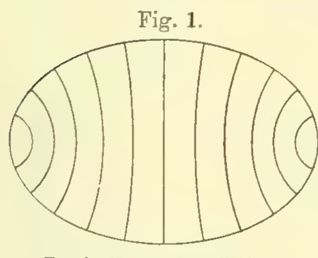
Um ein Dreieck in zwei Teile von gegebenem Verhältnis bei geringster Länge der Teilungslinie zu teilen, denken wir uns die Teilungslinie durch einen homogenen elastischen biegsamen Faden ersetzt, welcher zwei Punkte des Umfanges miteinander verbindet. Die Enden des Fadens können auf dem Umfang beliebig gleiten, was wir durch punktförmige Ösen, die keinen Reibungswiderstand an dem aus dünnem Draht hergestellten Dreiecksumfang finden sollen, bewirken wollen. Um nun durch diesen beweglichen Faden den vorgegebenen Teilungsinhalt abzugrenzen, denken wir uns denselben mit einer fast unzusammendrückbaren, elastischen Flüssigkeit von nur zwei Dimensionen gefüllt und diese solange vermehrt bis der vorgegebene Teilungsinhalt erreicht wird. Das ist nur unter Anwendung eines gewissen Flüssigkeitsdruckes möglich, welcher sowohl zu einer elastischen Dehnung des teilenden Fadens wie auch zu einer Durchbiegung desselben führt, wodurch schließlich ein stabiler Gleichgewichtszustand erreicht wird, in dem der gespannte Faden die gewünschte Fläche mit möglichst kurzer Länge abgrenzt. Aus den Eigenschaften dieses Gleichgewichtes können die geometrischen Bedingungen für die Teilungslinie leicht entnommen werden. Ist $p$ der Flüssigkeitsdruck auf die Längeneinheit und $S$ die Spannung des Fadens, so fordert das Gleichgewicht, daß an der beweglichen Teilungslinie überall $k \cdot S = p$ ist, wo $k$ die Krümmung der Teilungslinie bedeutet. Bezeichnet man nämlich mit $ds$ ein Linienelement dieser Linie, dem der Kontingenzwinkel $d\tau$ zugehört, so muß der im Gleichgewichtsfalle auf das Element senkrecht wirkende Druck $p\,ds$ von der entgegengesetzt gerichteten Resultante $S\,d\tau$ der an den Enden des Elements nach außen wirkenden Spannungen aufgehoben werden. Aus der Gleichung $p\,ds = S\,d\tau$ ergibt sich die obige Beziehung. Da $p$ und $S$ im Verlaufe des Fadens sich gleich bleiben, muß ein Gleiches auch mit der Krümmung $k$ der Fall sein, woraus die Kreisform des Fadens folgt. Betrachten wir schließlich das Gleichgewicht an den Ösen, mit denen die Fadenenden an dem Dreiecksumfang aufsitzen, so ergibt sich, daß die letzte Fadentangente rechtwinklig zum Dreiecksumfang sein muß, weil nur in diesem Falle die in ihrer Richtung wirkende Spannung $S$ keine Komponente in der Richtung des Dreiecksumfanges hat (neben jener senkrecht dazu), die eine Verschiebung des Fadenendes bewirken könnte. Hieraus ergibt sich der Satz:

Die kürzesten Zweiteilungslinien einer Dreiecksfläche sind Kreisbogen, welche auf dem Dreiecksumfang senkrecht aufsitzen, deren Mittelpunkt also entweder in einer Ecke oder auf dem Umfang des Dreiecks liegt.

Unter den möglichen kürzesten Teilungslinien eines Dreiecks ist die allerkürzeste offenbar ein Kreisbogen, der die spitzeste Ecke des Dreiecks zum Mittelpunkt hat und von ihr einen Sektor abschneidet, der dem kleineren Teil der zu teilenden Dreiecksfläche inhaltsgleich ist. Ist das Dreieck gleichschenklig mit Basiswinkel kleiner als $60^0$, so gibt es zwei gleich lange symmetrisch gelegene allerkürzeste krumme Teilungslinien, aber niemals ist etwa die Höhe zur Basis eine solche. Im gleichseitigen Dreieck endlich gibt es drei symmetrische allerkürzeste Teilungslinien. Im Falle der Gleichteilung wird jede von ihnen 0,676 der Seitenlänge, während die kürzeste gerade Halbierungslinie parallel einer Seite 0,708 der Seitenlänge oder fast $5^0/_0$ länger als die entsprechende krumme Halbierungslinie ist.

Die kürzesten Zweiteilungslinien eines ebenen Bereichs vom Zusammenhang einer Kreisfläche werden durch die gleichen Schlüsse, die vorher für das Dreieck ausgeführt wurden, als Kreisbogen erkannt, die mit beiden Enden am Umfang des Bereiches senkrecht aufsitzen. Besonders einfach sind die kürzesten Zweiteilunglinien der Kreisfläche selbst; sie werden von den im Innern verlaufenden Bogen der Orthogonalkreise des Umfangs gebildet. Ihre Anzahl ist $\infty^2$ im Gegensatz zu den anders begrenzten Flächen, wo sie nur $\infty^1$ beträgt. Nur wenn dieser Umfang selbst kreisförmig ist oder aus kreisförmigen oder geradlinigen Stücken zusammengesetzt ist, gehen von einem Punkte desselben unendlich viele solche Teillinien aus, die einem Kreisbüschel mit zusammenfallenden Grundpunkten angehören. Wechselt jedoch die Krümmung des Umfanges stetig, so geht von einem Punkt desselben nur eine endliche Zahl von kürzesten Zweiteilungslinien aus. Zum Beispiele bei einer Ellipse sind die in der Figur 1 dargestellten zur langen Achse symmetrischen Kreisbogen solche Teilungslinien, unter denen die allerkürzesten enthalten sind, während eine andere Schar, die zur kurzen Achse symmetrisch liegt, keine allerkürzesten enthält. Durch jeden Punkt des Umfanges gehen hier zwei kürzeste Zweiteilungslinien, von welchen jene die allerkürzeste ist, die den Scheitel am Ende der langen Achse mit ihrer hohlen Seite einschließt. Es gibt keine Kreisbogen, welche mit den Enden senkrecht auf dem Ellipsenbogen aufsitzen und keinen Scheitel in ihrer hohlen Seite

Fig. 1.



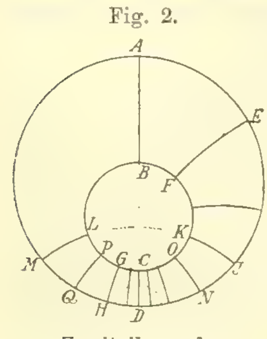
Zweiteilung der Ellipse.

einschließen. Es müßten sonst die beiden Endtangenten des Ellipsenbogens als Radien des betreffenden Teilungskreisbogens von den Berührpunkten bis zu ihrem Schnittpunkt gleich lang sein, was nicht der Fall ist. Die Punkte nämlich, von welchen aus gleich lange Tangenten an die Ellipse gehen und die als Mittelpunkte von Kreisbogen, die auf dem Ellipsenumfang senkrecht aufsitzen, in Betracht kommen können, liegen auf den Achsen außerhalb der Ellipse, falls man sich auf reelle Kreise beschränkt.

Bei einem nichtsymmetrischen Bereich werden die Verhältnisse verwickelter. Der geometrische Ort der Mittelpunkte der Zweiteilungskreisbogen, von denen aus je zwei gleichlange Tangenten an den Umfang der zu teilenden Fläche gehen, besteht hier aus einer Anzahl von Kurvenzweigen, die in den Krümmungsscheiteln auf dem Umfang aufsitzen. Die allerkürzesten Teilungslinien haben ihre Mittelpunkte auf dem Zweige, der zu dem stärkst gekrümmten Scheitel gehört.

Noch umständlicher wird die Sache bei Flächen von ringförmigem oder höherem Zusammenhang. Hier kommen sowohl einfache Zweiteilungslinien vor, die von einem Punkt des Außen- oder Innenrandes nach einem Punkt des gleichen Randes führen, wie auch Zweiteilungslinienpaare, die von einem Rand zum andern laufen. Außerdem gibt es noch gegabelte Zweiteilungslinien, die einen Punkt des innern mit zwei Punkten des äußeren Randes verbinden, deren Charakter im nächsten Abschnitt genauer untersucht wird. Die Zweiteilungslinien sind natürlich auch hier Kreisbögen und sitzen senkrecht auf den Rändern auf; diejenigen eines Paares haben außerdem gleiche Krümmung. Bei einer Kreisringfläche (Fig. 2), die von zwei Kreisen, von denen einer innerhalb des andern gelegen ist, begrenzt wird, setzen sich die Zweiteilungslinienpaare aus Bögen der Kreise des den Umfangkreisen gemeinsamen Orthogonalkreisbüschels zusammen. Die Verteilung der allerkürzesten Zweiteilungslinien für die verschiedenen Flächenteilungsverhältnisse ist dabei folgende. Die allerkürzeste Gleichteilung wird durch die beiden geraden, in der Symmetrielinie beider Kreise gelegenen Teilungslinien $AB$, $CD$ bewirkt. Bei einem Flächenverhältnis nahe an Eins treten zwei gebogene Teilungslinien $EF$, $GH$ desselben Orthogonalkreises beider Randkreise auf. Das dauert so lange bis jenes Flächenverhältnis erreicht wird, das von dem Teilungslinienpaar $IK$, $LM$ abgegrenzt wird, das auf dem kleinsten gemeinsamen Orthogonalkreis gelegen ist. Für extremere Flächenverhältnisse treten nun allerkleinste Teilungslinienpaare auf,

Fig. 2.



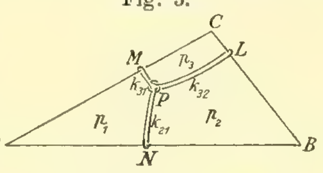
Zweiteilung des Kreisrings.

die nicht mehr ein und demselben, sondern zwei verschiedenen symmetrisch zur Zentrale der Randkreise gelegenen gemeinsamen Orthogonalkreisen angehören wie *NO*, *PQ*. Schließlich rücken diese so nahe zusammen, daß die kleinere Fläche günstiger durch einen Orthogonalkreis des äußeren Randkreises abgetrennt wird, der auch für noch extremere Flächenteilungsverhältnisse bis zu $1 : \infty$ herab der günstigste bleibt.

### 2. Die Dreiteilung des geradlinigen Dreiecks.

Bei der Dreiteilung einer Figur können die drei Teile hintereinander liegen, so daß der erste an den zweiten, der zweite an den dritten, dieser aber nicht mehr an den ersten grenzt. Sie können aber auch so liegen, daß jeder Teil an jeden andern grenzt und das ist insbesondere dann der Fall, wenn ein gemeinsamer Grenzpunkt aller drei Teile vorhanden ist, an welchem drei Teilungslinien zusammentreffen. Diesen letzteren Fall wollen wir für das Dreieck ins Auge fassen und außerdem noch annehmen, daß die drei Teilungslinien vom gemeinsamen Grenzpunkt $P$ nach den drei verschiedenen Seiten des Dreiecks hinlaufen. Um die Form der kürzesten Teilungslinien für diesen Fall zu erhalten, denken wir uns folgendes Gedankenexperiment ausgeführt (Fig. 3). Der Dreiecksumfang $ABC$ sei wieder aus starrem Draht hergestellt. Wir betrachten nun einen in sich geschlossenen, homogenen, elastischen, reibungslosen Faden, der bei $LMN$ um die drei Dreiecksseiten geschlungen ist und in der Mitte bei $P$ dreimal durch eine kleine Öse geht, wie das in der Figur 3 angedeutet ist. Nun füllt man die drei entstandenen Felder mit der zweidimensialen fast unzusammendrückbaren Flüssigkeit, so daß jedes Feld, das seinem Teilungsverhältnis entsprechende Quantum erhält, was durch Regulierung des Druckes in den drei Feldern ermöglicht wird. Stellt sich hiebei ein elastischer Gleichgewichtszustand ein, bei welchem die benachbarten Felder durch je einen Doppelfaden gegeneinander abgegrenzt sind, so entspricht dieser einer Flächenteilung mit kürzesten Teilungslinien, da offenbar der Faden die doppelte Länge der Teilungslinien annimmt und infolge der Spannung bestrebt ist, sich soweit zu verkürzen als es unter den obwaltenden Umständen, d. h. bei Einhaltung der vorgeschriebenen Größen der abzugrenzenden Flächenräume, die durch die eingeschlossenen Flüssigkeitsmengen gegeben sind, möglich ist.

Fig. 3.




Dreiteilung des Dreiecks.

Aus den mechanischen Bedingungen des Gleichgewichts lassen sich auch hier die geometrischen für die Dreiteilung mit kürzesten Grenzen ermitteln.

Zuerst ist zu bemerken, daß die Spannung in dem in sich zurücklaufenden reibungslosen Faden, an dem nur Druckkräfte senkrecht zu seiner Richtung angreifen, überall gleich sein muß; wir bezeichnen sie mit $\frac{1}{2} S$. Die Spannung des Doppelfadens, der die Grenze zweier Felder bildet, ist dann $S$. Nennen wir die Drucke in den drei Feldern $p_1$, $p_2$, $p_3$, so wirken auf die Grenzen die Differenzen von je zweien derselben. Die Krümmung einer Grenzlinie, welche das Feld 1 gegen das Feld 2 abgrenzt, werde mit $k_{12}$ bezeichnet und positiv gezählt, wenn sie dem Feld 1 die hohle Seite zukehrt. $k_{21}$ ist dann der entgegengesetzte Wert von $k_{12}$ und bezieht sich auf die Abgrenzung des Feldes 2 gegen das Feld 1. Es besteht dann wieder die Beziehung: $k_{12} S = p_1 - p_2$, sowie die entsprechenden für die beiden anderen Grenzlinien $k_{23} S = p_2 - p_3$, $k_{31} S = p_3 - p_1$. Jede der drei Teilungslinien ist ein Kreis, aber die Radien der drei Kreise sind verschieden. Im gemeinsamen Grenzpunkte $P$ erfordert das Gleichgewicht der drei gleichen Spannungen $S$ in den Doppelfäden, daß die Winkel der Grenzlinien gegeneinander gleich und infolgedessen jeder gleich $120^0$ seien. An den Dreieckseiten sitzen die Teilungslinien in $L$, $M$, $N$ senkrecht auf, woraus folgt, daß die Kreisbogen ihre Mittelpunkte auf den betreffenden Dreiecksseiten haben. Aus den Formeln für die Krümmungen der drei im gemeinsamen Grenzpunkt $P$ zusammenstoßenden Kreisbögen folgt: $k_{12} + k_{23} + k_{31} = 0$. Im Zusammenhang mit der Forderung, daß sich die drei Bögen unter $120^0$ treffen sollen, bedeutet das aber, daß die drei Kreisbogen einem Büschel angehören oder, was auf das Gleiche hinausläuft, daß ihre Mittelpunkte auf einer Geraden liegen.

Fig. 4.




Krümmungsbedingung in einer Ecke.

Wir wollen zuerst zeigen, daß die Bedingung $k_{12} + k_{23} + k_{31} = 0$ für drei unter $120^0$ sich treffende Kreise eines Büschels erfüllt ist. Die Umkehrung ergibt sich daraus auf einfachste Weise. $M_1$, $M_2$, $M_3$ seien die Mittelpunkte der in $P$ zusammentreffenden Teilungskreise. Die Radien schließen in $P$ Winkel von $60^0$ ein.

Es bestehen dann die Beziehungen in den Dreiecken $M_1 P M_3$ und $M_2 P M_3$:

$$r_{32} = \frac{r_{12} \sin \varphi}{\sin (\varphi + 60^0)} \qquad \text{und:} \qquad r_{13} = \frac{r_{12} \sin \varphi}{\sin (\varphi - 60^0)},$$

woraus folgt:

$$\frac{1}{r_{32}} = \frac{\frac{1}{2} \sin \varphi + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi}{r_{12} \sin \varphi} \qquad \text{und:} \qquad \frac{1}{r_{13}} = \frac{\frac{1}{2} \sin \varphi - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi}{r_{12} \sin \varphi}.$$

Durch Addition folgt: $\frac{1}{r_{32}} + \frac{1}{r_{13}} = \frac{1}{r_{12}}$, was der Beziehung: $k_{32} + k_{13} = k_{12}$ oder: $k_{12} + k_{23} + k_{31} = 0$ entspricht. Läge unter Voraussetzung von: $k_{12} + k_{23} + k_{31} = 0$ der Punkt $M_2$ mit $M_1$ und $M_3$ nicht auf einer Geraden, sondern ein Punkt $M'$ auf der durch den Winkel von $60^0$ schon bestimmten Linie $PM'$, so würde auch für ihn die soeben abgeleitete Beziehung gelten und dann $PM'$ den Wert $r_{32}$ annehmen, der aus ihr folgt. $M'$ muß also mit $M_2$ zusammenfallen, sobald die Beziehung besteht.

Nachdem wir gesehen haben, daß die drei Kreismittelpunkte der Teilungslinien, die auf den Dreiecksseiten liegen, außerdem in einer Geraden liegen, können wir folgendes Verfahren zur Auffindung einer kürzesten Dreiteilung eines Dreiecks (mit noch unbekanntem Teilungsverhältnis) angeben:

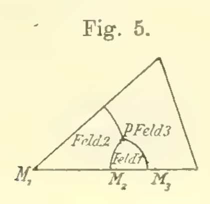
Man zieht eine beliebige Transversale durch das Dreieck und bezeichnet die Schnittpunkte mit den Seiten mit $M_1$ $M_2$ $M_3$. Man sucht jetzt durch Rückwärtseinschneiden einen Punkt $P$ so, daß die drei Geraden, die von $P$ nach $M_1$, $M_2$ und $M_3$ gehen, ein Büschel mit $60^0$ Winckel zwischen je zwei Geraden bilden, was auf doppelte Art möglich ist. Der so bestimmte Punkt $P$ kann nun gemeinsamer Grenzpunkt einer Dreiteilung sein, falls er im Innern des Dreiecks liegt und die drei Kreisbogen mit den Mittelpunkten $M_1$ $M_2$ $M_3$, die von ihm unter $120^0$ Neigung gegeneinander ausgehen, im Innern des Dreiecks verlaufen, bis sie die zugehörige Dreiecksseite senkrecht treffen.

Oder: Man wählt den gemeinsamen Grenzpunkt $P$ im Innern des Dreiecks und dreht um ihn ein Büschel von drei unter $60^0$ geneigten Geraden so lange bis ihre Schnittpunkte $M_1$ $M_2$ $M_3$ mit den Dreiecksseiten auf einer Geraden liegen. Diese Schnittpunkte sind dann Mittelpunkte der von $P$ ausgehenden kreisförmigen Teilungslinien. Eine wirkliche Dreiteilung des Dreiecks mit kürzesten Grenzen kommt aber auch hier wieder erst dann zustande, wenn die Kreisbogen von $P$ bis zu ihrem senkrechten Aufsitzen auf der zugehörigen Dreiecksseite ganz im Innern des Dreiecks verlaufen.

Ist letztere Bedingung nicht erfüllbar, so gibt es mit dem gegebenen Teilungspunkt keine kürzeste Teilung, deren Grenzen auf den drei verschiedenen Dreiecksseiten aufsitzen. Wohl aber kann eine solche Teilung von $P$ aus so vor sich gehen, daß zwei Teilbögen auf der gleichen Dreiecksseite

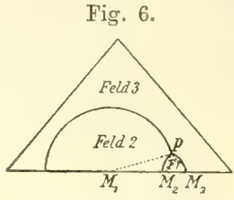
aufsitzen und der dritte auf einer der beiden andern, wobei dann einer der Bogenmittelpunkte in eine Ecke und die beiden andern auf eine ausstoßende Seite fallen (Fig. 5). Ja es ist auch der Fall möglich, daß die drei von $P$ ausgehenden Kreisbogen ihre Mittelpunkte auf der gleichen Dreiecksseite haben, auf der sie auch senkrecht aufsitzen. Zu einem solchen Grenzpunkt, der in der Nähe einer Seite, aber fern von deren Ecken gelegen sein muß, sind dann unendlich viele kürzeste Teilungen (mit verschiedenem Verhältnis der abzuteilenden Flächen) möglich (Fig. 6).

Fig. 5.




Dreiecksteilung.
Zwei Kreise senkrecht zu einer Seite.

Fig. 6.




Dreiecksteilung.
Drei Kreise senkrecht zu einer Seite.

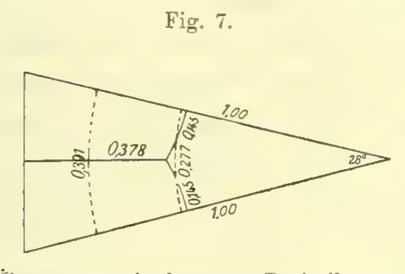
Eine ganz merkwürdige Ausnahmestellung bei der Dreiteilung mit kürzesten Grenzen genießt das gleichseitige Dreieck. Hier läßt nicht nur jeder Punkt im Innern als gemeinsamer Grenzpunkt eine kürzeste Dreiteilung, deren Grenzlinien nach den drei verschiedenen Dreiecksseiten laufen, zu, es sind auch noch diese Grenzlinien stets gerade, aber nicht jedes vorgeschriebene Teilverhältnis kann durch solche gerade Grenzlinien erzielt werden. Man kann offenbar nicht zwei von den drei Teilstücken beliebig klein gegen das dritte machen. Für solche Teilverhältnisse treten dann die in Figur 5 und 6 gekennzeichneten Teilungsarten ein.

Die Beantwortung der Frage nach der allerkürzesten Dreiteilung eines Dreiecks in gegebenem Verhältnis ist nach dem Vorausgehenden augenscheinlich sehr verwickelt. Man muß nicht nur für die zahlreichen möglichen Klassen der Dreiteilung untersuchen, ob einer oder mehrere Fälle mit dem gegebenen Teilverhältnis darunter sind, man muß auch für jeden solchen Fall die Grenzlänge bestimmen und den mit der kürzesten daraus aussuchen. Die Aussonderung eines Falles von gegebenem Teilungsverhältnis aus einer Klasse erfordert die Lösung von zwei transzendenten Gleichungen mit zwei Unbekannten (den Koordinaten des Grenzpunktes), welche ausdrücken, daß zwei von den drei Feldern gegebene Flächeninhalte haben.

Um doch einiges Material zur Frage nach der allerkürzesten Dreiteilung eines Dreiecks beizubringen, habe ich einige Fälle der Gleichteilung untersucht, und zwar solche, bei welchen die allerkürzeste Teilung von einer Klasse

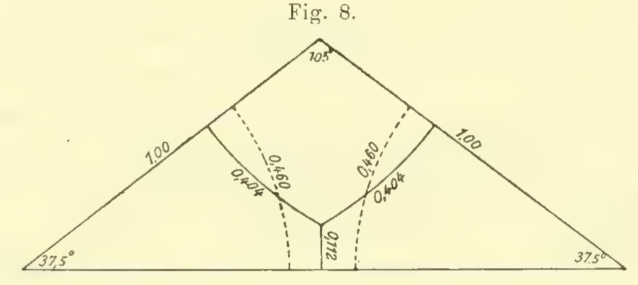
zur andern übergeht. In solchen Übergangsfällen gibt es zwei gleiche allerkürzeste Teilungen verschiedener Klassen. Wählen wir der Einfachheit halber das Dreieck gleichschenklig mit einem kleinen Winkel an der Spitze, so ist die allerkürzeste Teilung in drei gleiche Teile durch zwei konzentrische, um die Spitze als Mittelpunkt geschlagene Kreisbogen gegeben, welche ein Drittel bzw. zwei Drittel der Dreiecksfläche abgrenzen. Wächst der kleine Winkel an der Spitze bis 28⁰, so tritt eine symmetrische Dreiteilung mit einem gemeinsamen Grenzpunkt auf der Winkelhalbierenden in Konkurrenz und beiderlei Dreiteilungen haben dann die gleiche Länge der Teilungslinien = 0,668 der Schenkellänge (Fig. 7). Geht man umgekehrt von einem gleichschenkligen Dreieck mit ganz stumpfen Winkel an der Spitze aus, so wird dessen allerkürzeste Dreiteilung durch zwei Kreisbogen bewirkt, die ihre Mittelpunkte an den Enden der Basis haben. Verringert sich der stumpfe Winkel auf 105⁰, so gibt es wieder eine gleichlange Dreiteilung mit gemeinsamem Grenzpunkt auf der Winkelhalbierungslinie; in beiden Fällen ist die Länge der Teilungslinie 0,920 der Schenkellänge (Fig. 8).

Fig. 7.




Übergang zweier kürzester Dreiteilungen beim spitzwinklig-gleichschenkligem Dreieck.
Radius der ausgezogenen Teilung 0,591.

Fig. 8.




Übergang zweier kürzester Dreiteilungen beim stumpfwinklig gleichschenkligen Dreieck.
Radius der ausgezogenen Teilung 1,030.

### 3. Die Dreiteilung des ebenen Kreisbogendreiecks.

Unterwirft man die Figur eines mit kürzesten Grenzen geteilten geradlinigen Dreiecks einer Inversion (Transformation mittels reziproker Radien), so entsteht aus dem Dreieck ein besonderes Kreisbogendreieck. Die wesentlichen geometrischen Eigenschaften der Teilungslinien, wie: Gleichheit der Krümmung innerhalb einer Teilstrecke, rechtwinkliges Aufsitzen auf dem Rande der zu teilenden Fläche, Gabelung der Teillinien an einem gemeinsamen Grenzpunkt unter 120⁰ und die Zugehörigkeit der sich gabelnden Teilungslinien zu einem Kreisbüschel bleiben sämtlich erhalten, so daß die transformierten Teilungslinien des geradlinigen Dreiecks ein System von kürzesten Teilungslinien des transformierten Kreisbogendreiecks bilden. Verändert

wird allerdings das Teilungsverhältnis und die Drucke $p_1$ $p_2$ $p_3$, die den einzelnen Feldern zuzuweisen sind, desgleichen auch die Radien der teilenden Kreisbögen, nicht aber die Eigenschaft, daß die Summe der Krümmungen der im gemeinsamen Grenzpunkt zusammenlaufenden Bögen gleich Null ist, da diese eine Folge der bei der Inversion invariant bleibenden Büscheleigenschaft ist. Die Eigenschaft einer Dreiteilung allerkürzeste zu sein bleibt bei der Inversion im allgemeinen nicht erhalten.

Es liege nun ein allgemeines Kreisbogendreieck vor, das von einem gemeinsamen Grenzpunkt $P$ aus durch kürzeste Teilungslinien nach einem erst hinterher sich ergebenden Flächenverhältnis geteilt werden soll, so besteht die Aufgabe darin, ein passendes Büschel aus drei unter $120^0$ sich schneidenden Kreisen um den Punkt $P$ so zu drehen, daß die Kreise des Büschels senkrecht auf dem Umfang des Kreisbogendreiecks aufsitzen. Diese Aufgabe kann auf doppelte Weise gelöst werden:

1. durch Zurückführung auf die entsprechende Aufgabe für ein ebenes Dreieck. Jeder Kreis, der durch $P$ geht und eine Seite des Kreisbogendreiecks senkrecht schneidet, geht auch durch einen Punkt $P'$, dessen Verbindungslinie mit $P$ durch den Kreismittelpunkt $M'$ der Dreiecksseite geht und wobei $M'P \cdot M'P' = r_1^2$ ($r_1$ Radius der Dreiecksseite) ist. Der Mittelpunkt jedes solchen Orthogonalkreises liegt auf der Mittelsenkrechten zu $PP'$. Für jede Seite des Kreisbogendreiecks erhalten wir so eine Mittelsenkrechte, auf welcher der Mittelpunkt eines Teilungskreisbogens gelegen sein muß. Da die Mittelpunkte der drei Teilungsbögen einer Geraden angehören und mit $P$ verbunden drei Radien unter $60^0$ liefern müssen, so braucht man nur um $P$ ein Büschel von drei unter $60^0$ geneigten Strahlen so lange zu drehen, bis deren Schnittpunkte mit den drei Mittelsenkrechten auf eine Gerade zu liegen kommen. Diese Schnittpunkte sind die Mittelpunkte der Teilkreisbögen, die allerdings nur dann eine brauchbare Lösung der Teilungsaufgabe liefern, wenn sie innerhalb des zu teilenden Kreisbogendreiecks verlaufen.

2. Durch Inversion. Man wählt $P$ als Inversionszentrum, wodurch die zu suchenden Teilungslinien in Gerade übergehen, die auf den invertierten Kreisbogendreieckseiten senkrecht stehen, also durch deren Mittelpunkte gehen müssen. Man schneidet nach diesen drei Mittelpunkten einen Punkt $P'$ mittels dreier unter $120^0$ geneigter Linien rückwärts ein und transformiert diese drei Linien zurück, welche dann Kreise durch das Inversionszentrum $P$ von der gewünschten Eigenschaft der Teilungskreise geben.

Bemerkung: Die Methode der Inversion gibt auch eine Möglichkeit die kürzeste Dreiteilung einer beliebig begrenzten ebenen Figur

bei gegebenem gemeinsamen Grenzpunkt zu finden. Man transformiert die Figur vom Grenzpunkt $P$ als Inversionszentrum aus. Die Teilungslinien gehen dabei in drei unter $120^0$ sich schneidende Gerade über, die auf dem Umfang der transformierten Figur senkrecht aufsitzen müssen. Konstruiert man die Evolute dieser transformierten Figur, so kann man an diese Evolute das Büschel der drei unter $120^0$ sich schneidenden Geraden so anlegen, daß die Geraden Tangenten werden. Werden sie in dieser Lage zurücktransformiert, so liefern sie drei Teilungslinien durch $P$, die allerdings, um brauchbar zu sein, noch die Bedingung erfüllen müssen, von $P$ bis zum senkrechten Aufsitzen innerhalb des zu teilenden Bereiches zu verlaufen.

Zu den Kreisbogendreiecken, die nach der soeben angegebenen Methode dreigeteilt werden können, gehören insbesondere auch die Kreissektoren, bei welchen zwei Seiten geradlinig und zwei Winkel gleich einem Rechten sind. Durch Aneinanderlegen solcher Sektoren mit passenden Zentriwinkeln entstehen Kreise, und wenn man symmetrische Wiederholungen der Teilungen solcher Sektoren zu einer Vielteilung des Kreises mit kürzesten Grenzen benützen will, so bedarf es einer Erweiterung der eben behandelten Dreiteilungsaufgabe von Kreisbogendreiecken, die dann auch noch für Bereiche Verwendung findet, welche aus Kreisbogendreiecken zusammengesetzt sind, die aus einander durch Inversion hervorgegangen sind. Die Erweiterung besteht in Folgendem: Von einem Punkt im Innern eines Kreisbogendreiecks aus sollen drei sich unter $120^0$ schneidende Kreisbogen gezogen werden, die die Seiten des Kreisbogendreiecks unter gegebenen Winkeln (später meist $60^0$, $90^0$ oder $120^0$) treffen.

Wir gehen von dem bekannten Satz aus, daß alle Kreise $K$ durch einen Punkt $P$, die einen gegebenen Kreis $K'$ unter konstantem Winkel $\varphi$ oder $180^0 - \varphi$ schneiden, einen Kreis $K''$ berühren und ihre Mittelpunkte auf einer Hyperbel haben. In der Tat denken wir uns von $P$ aus die entstehende Figur durch Inversion transformiert, so werden die Kreise $K$ zu Geraden, die den Kreis $K_1'$, der durch Inversion aus $K'$ entstanden ist, unter dem Winkel $\varphi$ schneiden und infolgedessen einen zu $K_1'$ konzentrischen Kreis $K_1''$ berühren, welcher durch Rückinversion wieder in $K''$ übergeht. Daß die Mittelpunkte aller Kreise durch $P$, die $K''$ berühren, auf einer Hyperbel liegen, ist ohne weiteres einzusehen. Ihre Asymptoten stehen senkrecht zu den Tangenten, die von $P$ an $K''$ gehen und die Enden der reellen Achse werden von den Halbierungspunkten der Strecken von $P$ nach dem nächsten und fernsten Punkt von $K''$ gebildet.

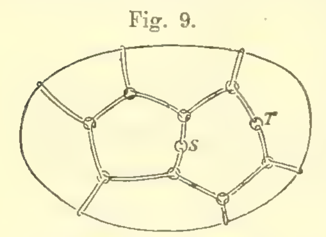
Hiernach kann die erweiterte Teilungsaufgabe des Kreisbogendreiecks

folgende Lösung finden. Man konstruiert die zum gemeinsamen Teilungspunkt $P$ und zu jeder Seite des Dreiecks gehörige Hyperbel und dreht dann um $P$ ein Büschel von drei unter $60^0$ geneigten Geraden solange, bis die drei Schnittpunkte von je einer der Geraden des Büschels mit einer der Hyperbeln wieder auf einer Geraden liegen. Diese Schnittpunkte sind die Mittelpunkte der drei durch $P$ gehenden Teilungskreise. Für den Winkel $\varphi = 90^0$ artet die entsprechende Hyperbel in eine Gerade aus.

## 4. Die Vielteilung ebener Bereiche.

Es soll nunmehr ein ebenes Flächenstück in eine Vielzahl von Teilen mit gegebenem Flächenverhältnis nnd kürzesten Teilungslinien geteilt werden. Um die geometrischen Eigenschaften des Netzes der Teilungslinien zu übersehen, bedienen wir uns wieder des mechanischen Bildes. Wir wollen annehmen, wir wüßten bereits die Anordnung der einzelnen Felder und die Zahl ihrer Ecken und Seiten. Wir nehmen außerdem an, daß in jeder gemeinsamen Ecke nur drei Felder zusammenstoßen und von ihr also auch nur drei Teilungslinien ausgehen. Das soweit entworfene Netz von Teilungslinien denken wir uns nun durch Schnitte derart zerlegt, daß keine geschlossenen Netzmaschen mehr vorkommen und das Liniensystem nur mehr verzweigt, aber nirgends mehr doppelt zusammenhängend ist. Mann kann dann von einem Punkt des Liniensystems nur mehr auf einem Wege nach irgend einem andern gelangen (In der Figur 9 sind dazu zwei Schnitte, z. B. bei $S$ und $T$ nötig). Wege auf der gleichen Linie, hin und zurück, gelten dabei als nicht gemacht. Nunmehr wird das Liniensystem mit einem in sich geschlossenen, homogenen, elastischen Faden doppelt umgeben. Dort, wo der Faden an die Randlinie des Flächenstückes kommt, sei er um diese, die wir uns wieder aus glattem Draht hergestellt denken, geschlungen. An den Teilungspunkten werden die drei dort vorbeilaufenden Fadenteile durch einen Ring zusammengehalten und ebenso an den früheren Schnittstellen, wo die beiderseitigen Schleifen durch einen Ring laufen sollen (Fig. 9 bei $S$ und $T$). Nunmehr werden die Felder mit der ihnen zukommenden Menge fast unzusammendrückbarer, zweidimensionaler Flüssigkeit gefüllt, wobei sich die von je zwei unendlich nahen Fäden gebildeten Feldgrenzen unter der Einwirkung des Flüssigkeitsdruckes und der Fadenspannung verschieben. Tritt ein elastischer Gleichgewichtszustand ein, bei welchem die Feldgrenzen die ursprünglich angenom-

Fig. 9.



Vielteilung eines Bereiches.

mene Einteilung, was Anordnung, Ecken- und Seitenzahl betrifft, beibehalten, so ist bei dieser Art von Einteilung ein kürzestes Teilliniennetz möglich und wird durch den gespannten Doppelfaden gegeben. Hätte die Art der Einteilung kein kürzestes Teilliniennetz zugelassen, so hätte sich das bei dem Gedankenexperiment dadurch verraten, daß zwei von den Ringen, die im Entwurf getrennten Eckpunkten angehörten, zusammenrücken und von dem vereinten Endpunkt vier Teile ausgehen. Dieser Netzform würde aber in der Regel keine geringste Netzlänge entsprechen, vielmehr ist zu erwarten, daß eine benachbarte Netzform, bei der die zusammengerückten Ecken unter Bildung einer neuen Seite in anderer Richtung wieder auseinanderrücken, ein günstigeres Ergebnis in Bezug auf kleinste Länge liefert. Die experimentelle Aufsuchung dieser Form hätte allerdings eine neue Art der Verknüpfung des elastischen Fadens zur Voraussetzung.

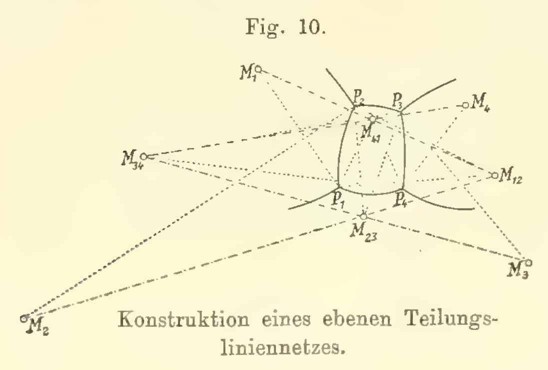
Nach Eintritt des Gleichgewichtszustandes herrscht in den verschiedenen Feldern verschiedener Flüssigkeitsdruck $p$. Dagegen ist die Spannung des einzelnen Fadens überall konstant $1/2\ S$ und die des Doppelfadens $S$. Die Krümmung jeder Teilungslinie zwischen zwei Eckpunkten ist konstant: $k_{nm} = \frac{p_n - p_m}{S}$, wo $p_n$ und $p_m$ die Drucke in den beiden durch sie geschiedenen Feldern bedeuten. Die Teilungslinien sind also Kreisbogen. Die Summe der Krümmungen der drei Teilungslinien, die von einer Ecke ausgehen, ist wieder gleich Null. Die Winkel der Teilungslinien in einem Eckpunkt sind gleich und gleich $120^0$. Am Umfang der zu teilenden Fläche sitzen die Teilungslinien senkrecht auf. Die Punkte $S$ und $T$ spielen in der geometrischen Form des Teilungsliniennetzes keine ausgezeichnete Rolle.

Jedes Teilliniennetz, das aus Kreisbogen besteht, die in den Eckpunkten zu dreien unter $120^0$ sich treffen, deren algebraische Krümmungssumme für jeden Eckpunkt Null ist und die auf dem Umfang der zu teilende Fläche senkrecht aufsitzen, hat in Bezug auf die Nachbarformen kürzeste Länge.

An die soeben ausgesprochene Erkenntnis der geometrischen Eigenschaften eines Teilungsliniennetzes von kürzester Länge knüpfen sich naturgemäß eine Reihe von Aufgaben. Die nächstliegende ist wohl die ein solches Teilliniennetz konstruieren und zwar zunächst ohne Rücksicht auf das Verhältnis der Teilflächen und den Umfang des zu teilenden Gebietes. Man konstruiert zuerst eine Netzmasche, das heißt ein Vieleck aus Kreisbogen, die unter Winkeln von $120^0$ aneinanderstoßen. Dies geschieht für ein Viereck folgendermaßen (Fig. 10). Es werden die Ecken mit $P_1$, $P_2$, $P_3$, $P_4$ und die Krümmungsmittel-

punkte der Seiten mit $M_{12}$, $M_{23}$, $M_{34}$, $M_{41}$ bezeichnet. Man geht von $P_1$ aus, wählt $M_{12}$ beliebig und auf dem zugehörigen Kreisbogen ebenso $P_2$. Für $M_{23}$ ist nun schon ein geometrischer Ort vorhanden, nämlich eine der beiden Geraden durch $P_2$, die mit $M_{12}\,P_2$ Winkel von $60^0$ einschließen. Wird $M_{23}$ auf diesem Ort beliebig gewählt, so kann man $P_3$ auf dem zugehörigen Kreisbogen durch $P_2$ annehmen und erhält einen Ort für $M_{34}$ in einer der beiden Geraden durch $P_3$, die mit $M_{23}\,P_3$ Winkel von $60^0$ einschließen. Nach entsprechender Wahl von $M_{34}$ auf diesem Ort ist $M_{41}$ und damit $P_4$ bestimmt. Für $M_{41}$ liegt als geometrischer Ort bereits ein Geradenpaar durch $P_1$ vor, welches mit $M_{12}\,P_1$ $60^0$ einschließt. Auf ihm hat man $M_{41}$ so zu wählen, daß der durch $P_1$ gehende Kreis mit dem Kreis um $P\,M_{34}$ durch $P_3$ den Winkel von $120^0$ einschließt. Diese Kreise schneiden sich dann in $P_4$. Alle durch $P_1$ gehenden Kreise, deren Mittelpunkte $M_{41}$ auf einer Geraden durch $P_1$ liegen, bilden ein Büschel mit zusammenfallenden Grundpunkten, das bei jeder Inversion um $P_1$ in ein Parallelenbüschel von bekannter Richtung übergeht. Jede solche Inversion verwandelt den Kreis durch $P_3$ um $M_{34}$ in einen andern Kreis, der von zwei Parallelen des Büschels unter dem Winkel von $120^0$ geschnitten wird. Aus einer dieser Parallelen geht durch Rückinversion der gesuchte Kreis hervor.

Fig. 10.




Konstruktion eines ebenen Teilungsliniennetzes.

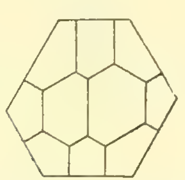
Hat man auf solche Weise ein Kreisbogenvieleck mit lauter Winkeln von $120^0$ gefunden, so sind damit auch gleichzeitig die Fortsetzungen des Netzes über die Ecken der gefundenen Masche bestimmt, da nach der geometrischen Konfiguration Richtung und Krümmung der von jeder Ecke ausgehenden Teilungslinie festliegt. Man braucht nur zu den Radien der beiden Kreise, die in einer Ecke unter $60^0$ zusammentreffen, die dritte Linie, die mit beiden $60^0$ einschließt, hinzuzunehmen, so sehneidet sie auf der Zentrale der beiden Kreise den Mittelpunkt des Kreisbogens aus, der die Netzfortsetzung bildet, wie aus dem Büschelsatz S. 8 hervorgeht. So sind in Figur 10 die Mittelpunkte $M_1$, $M_2$, $M_3$ und $M_4$ auf den Verbindungslinien $M_{12}\,M_{41}$, $M_{12}\,M_{23}$, $M_{23}\,M_{34}$, $M_{34}\,M_{41}$ gelegen. In die Lücken zwischen zwei von benachbarten Ecken der ersten Masche ausgehenden Teilungslinien werden nun neue Netzmaschen gesetzt, wobei allerdings zu beachten ist, daß beim Schluß eines Kranzes von Netzmaschen, der sich um eine feste Masche oder eine Gruppe

von solchen herumschlingt, eine Bedingung des Zusammenfallens zweier Eckpunkte auf der gleichen Teilungslinie zu erfüllen ist, was unter Umständen die Vermehrung der Eckenzahl der letzten Masche des Kranzes erfordert. Hat man so ein Teilungsliniennetz von beliebiger Ausdehnung gefunden, so sind an den freien Ecken der äußeren Netzmaschen die Fortsetzungen immer mitbestimmt und man kann, um zu einem Abschluß zu gelangen, schließlich einen Bereich annehmen, dessen Umfang sämtliche Fortsetzungen senkrecht durchschneidet. Für diesen Bereich ist dann das Netz ein Teilungsliniennetz von kürzester Länge bei dem Flächenteilungsverhältnis, das seine Maschen abgrenzen.

Da die Winkel einer Masche stets genau 120° sind, so wird eine Masche „im Durchschnitt" nach außen konvexe Seiten haben, wenn die Eckenzahl kleiner als sechs ist und konkave, wenn sie größer als sechs ist. Für sechseckige Maschen können alle Seiten geradlinig sein und ein sehr einfaches Teilungsnetz ergibt sich aus geraden Seiten, die zu drei um 60° verschiedenen Richtungen parallel sind und sonst beliebig gestaltete Sechsecke bilden, welche zu dreien um eine Ecke herum liegen. In allen Maschen eines solchen Netzes ist der Druck derselbe. Als Umfang eines zu teilenden Bereiches, zu dem ein solches Teilungsnetz gehört, kann ein geradliniges Vieleck genommen werden, dessen Seiten senkrecht auf den drei ausgezeichneten Richtungen stehen (Fig. 11).

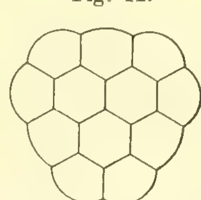
Es gibt indessen auch noch eine andere Möglichkeit ein Teilliniennetz zum Abschluß zu bringen. Es können sich die freien Enden, welche von den Ecken der Maschen ausgehen, so zusammenschließen, daß sie keine Ecken mehr bilden, und daß demnach auch keine Ansätze für neue Maschen mehr auftreten. Ein Beispiel dieser Art bietet die Figur 12.

Fig. 11.



Kürzeste Teilung mittels gerader Teilungslinien.

Fig. 12.



Freies ebenes Schaumgebilde.

Hier haben wir eine Anzahl von Zellen mit gegebenem Inhalt, welche unter sich und nach außen so abgegrenzt sind, daß die Summe der Grenzlinien möglichst klein wird. Diese Figuren lassen noch eine andere physikalische Deutung zu, welche sich dann auf die früher behandelten, randlich begrenzten Teilungsfiguren übertragen läßt. Man denke an die Schaum-

zellen, welche geeignete Flüssigkeitshäutchen, wie Seifenblasen bilden. Infolge der Oberflächenspannung formt sich ein solches Schaumgebilde nach dem Gesetz der kleinsten Gesamtoberfläche bei gegebenen Inhalts- beziehungsweise Randbedingungen. Übertragen wird dieses Gesetz vom dreidimensialen Raum auf die zweidimensionale Ebene, so tritt an Stelle des Zellvolumens, die Fläche und an Stelle der Zelloberfläche der Umfang des ebenen Zellgebildes. Figur 12 kann dann als zweidimensionales freischwebendes Schaumgebilde aufgefaßt werden, während die früheren Teilungsfiguren solche Schaumgebilde darstellen, die zwischen festen Wänden (nämlich in den Umfang der zu teilenden Figur) eingespannt sind.

### 5. Die Gleichteilung der Kreisfläche.

Als Beispiel für die Flächenteilung mit kürzesten Grenzen sollen eine Reihe von Gleichteilungen der Kreisfläche betrachtet und deren Ergebnis bildlich und zahlenmäßig dargestellt werden (Fig. 13).

a) Die kürzeste Halbierung der Kreisfläche wird durch einen Durchmesser bewirkt. Sie ist insbesondere kürzer als jene durch einen Innenvollkreis, der die Hälfte der Fläche abgrenzt (2 Radien gegen 4,42).

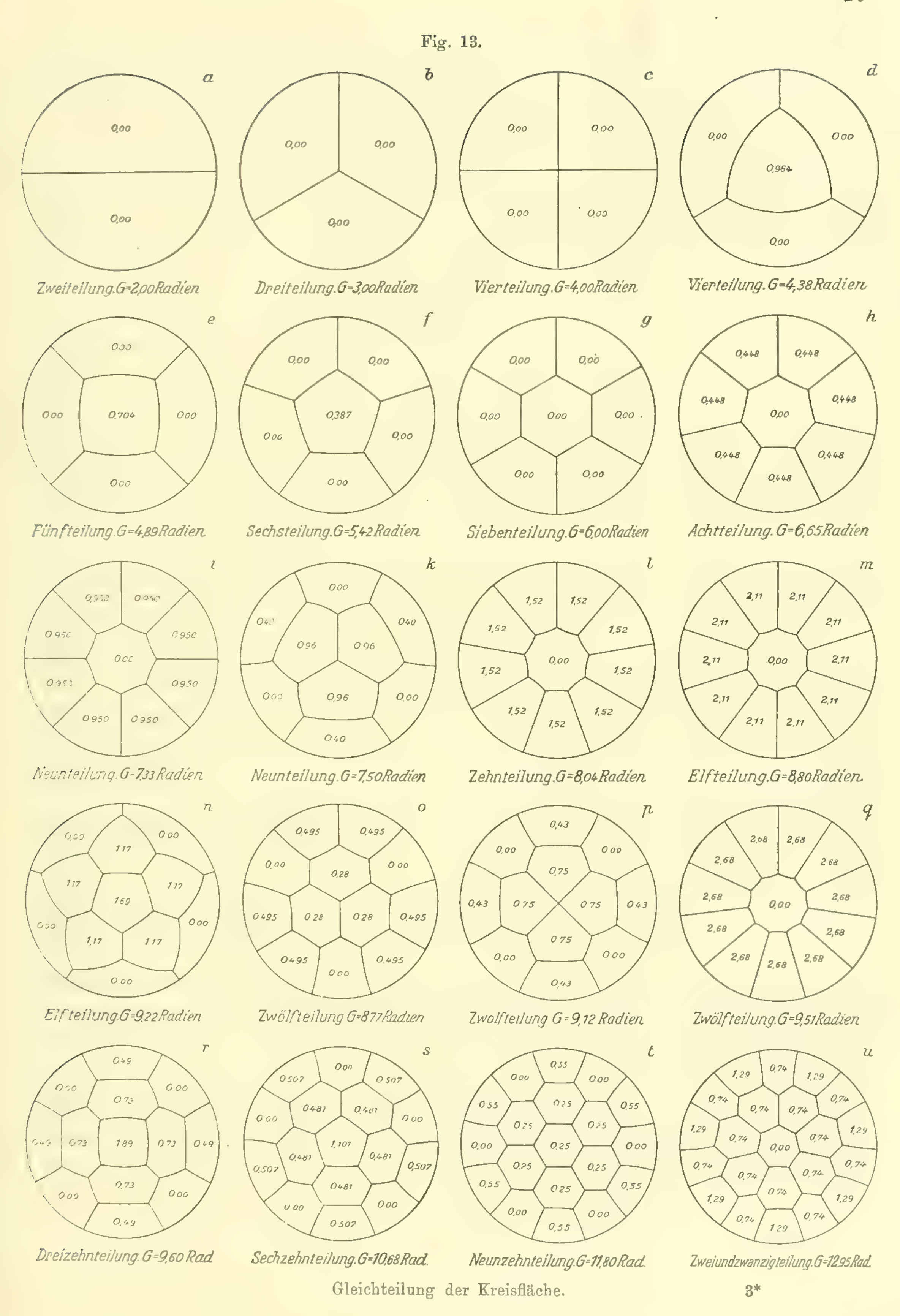
b) Die kürzeste Dreiteilung der Kreisfläche geben drei Radien unter 120°, die sie in gleiche Sektoren zerschneiden. Eine andere mögliche Teilung in ein inneres Kreiszweieck mit Winkeln von 120° und anschließenden stark gebogenen Vierecken hat entschieden längere Teilungslinien (4,28 Radien gegen 3,00).

c) Bei der Vierteilung der Kreisfläche tritt die Zerschneidung in vier rechtwinklige Sektoren in erfolgreichen Wettbewerb mit anderen Teilungen, obwohl sie einen Ausnahmefall insofern darstellt, als im Mittelpunkt vier Bereiche zusammenstoßen. Bei den Teilungen *a*, *b*, *c* herrscht in den einzelnen Maschen gleicher Druck, entsprechend den geradlinigen Grenzen; bei dem eben erwähnten Nebenfall zu *b* unterliegt das innere Zweieck einem starken Überdruck (1,08), der sich in entsprechender Krümmung der Grenzlinien äußert.

d) Die Vierteilung des Kreises, wobei ein inneres Kreisbogendreieck mit drei Winkeln von 120° von drei Vierecken umgeben wird, hat etwas längere Grenzen (4,38 Radien gegen 4).

Es ist sehr naheliegend, obwohl durch nichts bewiesen, anzunehmen, daß die allerkürzesten Teilungen unter den möglichst symmetrischen kürzesten zu suchen sind. Es sollen daher im folgenden diese bevorzugt werden, zumal sie auch weit einfacher zu ermitteln sind. Die eben genannte Vierteilung

Fig. 13.




Gleichteilung der Kreisfläche.

stellt einen solchen Teilungstypus dar, bei welchem ein reguläres Kreisbogenvieleck in der Mitte von einem Kranz von kongruenten Vielecken umgeben ist. Seine Berechnung läuft auf die Aufgabe hinaus von einem Kreissektor mit dem Zentriwinkel $\pi : (n-1)$ mittels eines Kreisbogens, der auf dem einen Radius senkrecht aufsitzt und den andern unter $60^0$ trifft, ein Dreieck abzuschneiden, dessen Inhalt gleich $1 : n$ des Sektors ist. Bezeichnet man die längere Seite dieses Dreiecks (zugleich Umkreisradius des inneren Vielecks) mit $x$, so ergibt sich hiefür die Gleichung:

$$x^2 = \frac{2\, r^2\, \alpha \sin^2 \beta}{n \sin \alpha\, (2\, \beta \sin \alpha - \sin \beta)},$$

wobei $r$ der Kreisradius, $\alpha = \pi : (n-1)$, $\beta = \frac{\pi}{n-1} - \frac{\pi}{6}$ und $n$ die Zahl der gleichen Teile ist, in die der Kreis geteilt werden soll. Der Radius $\varrho$ der gebogenen Teilungslinien ist: $\varrho = \frac{x \sin \alpha}{\sin \beta}$ und der Überdruck $p$ im Vieleck unter Voraussetzung der Spannung „Eins“ in den Teilungslinien: $p = 1 : \varrho$.

e) Die Fünfteilung nach dem eben behandelten Typus liefert eine Teilungslänge von 4,89 Radien, also schon weniger als jene durch fünf gleichverteilte Radien. Im mittleren Viereck herrscht ein Überdruck von 0,704.

f) In gleicher Weise liefert die Sechsteilung nach dem vorigen Typus eine Teilungslänge von 5,42 Radien. Die Teilungslinien sind nahezu geradlinig und der Innendruck im Fünfeck beträgt nur noch 0,387.

g) Bei der Siebenteilung nach der gleichen Art tritt in der Mitte ein geradliniges Sechseck auf und der Überdruck verschwindet. Die Teilungslänge ist hier genau sechs Radien.

h) Bei der Achtteilung kehrt sich die Krümmung des mittleren Siebeneckes um, seine Seiten sind eingezogen, entsprechend dem Unterdruck von 0,448. Teilungslänge: 6,65 Radien.

i) Auch bei der Neunteilung liefert noch der vorige Typ das günstigste Ergebnis mit 7.33 Radien Teilungslänge und 0,950 Unterdruck im Achteck.

k) Eine neue Neunteilung, bei welcher sich um drei innere Fünfecke ein Kranz aus abwechselnden Vier- und Fünfecken schlingt, ist unterlegen, da die Teilungslänge hier 7,50 Radien beträgt. Die innern Fünfecke haben dabei einen Überdruck von 0,96, die Vierecke noch von 0,40.

Über die Bestimmung dieser und ähnlicher Teilungen ist noch einiges zu erwähnen. Teilt man den Kreis in sechs Sektoren, so wird jeder Sektor durch die Teilungslinien in drei Teile geteilt, deren Flächen sich wie 1 : 1 : 1

verhalten. Zwei der Teilungsbögen sitzen am Umfang des Sektors senkrecht, der dritte unter $60^0$ auf. Die Teilung wurde in der Art ausgeführt, daß zunächst der gemeinsame Teilungspunkt nach dem Augenmaß geschätzt wurde, worauf die zugehörigen kürzesten Teilungslinien nach dem Verfahren Seite 14 gefunden werden konnten. Mittels des Planimeters ließ sich das zugehörige Teilungsverhältnis feststellen. Nun folgte eine Verschiebung des Teilungspunktes um 2—4 % des Radius in zwei verschiedenen Richtungen, nach Stellen für die jedesmal die kürzesten Teilungslinien und das Teilungsverhältnis bestimmt wurden. Durch doppelte lineare Interpolation wurde dann jene Lage des Teilungspunktes ermittelt, für welche das Teilungsverhältnis den vorgeschriebenen Wert annahm und für diesen Punkt die Schlußprobe gemacht. Da die Verschiebung des richtigen Teilungspunktes gegen die günstigste der drei Näherungslagen 1% des Radius kaum überstieg, stimmte die linear interpolierte Lage jedesmal genügend. Nach diesem Verfahren wurden viele der folgenden Kreisflächenteilungen durchgeführt. Das Ergebnis kann auf alle Fälle als genügende Annäherung für eine streng rechnungsmäßige Auswertung, bei der die Flächen aus Kreissegmenten zusammengesetzt werden, betrachtet werden.

l) Für die Zehnteilung ist der erste Typus mit einem eingezogenen Neuneck in der Mitte ebenfalls noch der günstigere, trotz des ausgeprägten Unterdrucks von 1,52 in diesem. Teilungslänge: 8,04 Radien.

m) Selbst bei der Elfteilung bewährt sich noch dieser Typus; hier ist der Unterdruck in der Mitte auf 2,11 gestiegen, die Teilungslänge beträgt 8,8 Radien.

n) Ein Versuch den eben genannten Typ durch einen neuen abzulösen, bei dem ein inneres Fünfeck von zwei Kränzen, von je fünf weiteren Fünfecken umgeben wird, schlug insofern fehl, als die Teilunglänge hier erheblich größer, nämlich 9,22 Radien wird. Das Kernfünfeck hat 1,69, der Innenkranz 1,17 Überdruck. Zur Ermittelung dieser an sich interessanten Teilungsfigur mußte von einem Sektor mit $0,1\,\pi$ Zentriwinkel durch zwei Kreisbogen von passender Lage ein Elftel und sechs Elftel des Inhalts abgeschnitten werden.

o) Bei der Zwölfteilung erwies sich eine ähnliche Anordnung wie bei k erfolgreich. Ein Kranz von sechs Vierecken, zwischen welche drei Fünfecke eingelagert sind, umschließt einen Kern von drei Sechsecken. Die Überdrucke sind gering und betragen in den äußeren Vierecken 0,495, in den inneren Sechsecken 0,28. Die Teilungslänge beläuft sich auf 8,77 Radien. Es war nötig einen Sektor mit dem Zentiwinkel von $60^0$ von einem Innen-

punkt aus in Verhältnis 1 : 2 : 1 zu teilen, wobei zwei Teilungslinien die Radien unter 60° treffen und die dritte auf dem Kreis senkrecht aufsitzt.

p) Weniger günstig ist eine Anordnung, wobei ein Kranz von vier Vierecken und vier Fünfecken einen Kern von vier Fünfecken umgibt. Es treten im Kern der Überdruck 0,75 in den Vierecken des Kranzes der von 0,43 auf und die Teilungslinie steigt auf 9,12 Radien. In den Kernfünfecken findet sich der außergewöhnliche Winkel von 90°, da im Kreismittelpunkt vier Felder zusammenstoßen.

q) Noch ungünstiger wird bei der Zwölfteilung der erste Typ mit dem starken Unterdruck im mittleren Elfeck von 2,68 und der Teilungslänge 9,51 Radien.

r) Für die günstigste Dreizehnteilung tritt eine neue Anordnung in Kraft, bei welcher um ein zentrales Vieleck (hier Viereck) zwei Kränze von Feldern gelegt sind, von denen der äußere doppelt so viele Felder zählt, als der innere. Die Felder des inneren Kranzes sind Sechsecke, die des äußern abwechseld Fünf- und Vierecke. Das innere Viereck hat 1,89 Überdruck, der erste Kranz 0,73, die Vierecke des zweiten Kranzes haben 0,49 gegenüber den dazwischen gelegenen Fünfecken. Die Teilungslänge beträgt 9,60 Radien. Es mußte ein Sektor mit 45° Zentriwinkel von einem Innenpunkte im Verhältnis 4 : 4 : 5 geteilt und außerdem noch an der Spitze 1/13 der Fläche abgeschnitten werden.

s) Mit Umgehung der 14 und 15 Teilung, von denen besonders die erstere schwierig zu sein scheint, ist hier die Sechzehnteilung nach der gleichen Anordnung wie die Dreizehnteilung ausgeführt. Die Überdrucke 1,10 in der Mitte, 0,48 im Innenkranz und 0,51 in den äußeren Vierecken sind geringer und die Teilungslinien dementsprechend geradliniger geworden. Teilungslänge: 10,68 Radien.

t) Die Neunzehnteilung, nach der gleichen Anordnung wie die Dreizehn und Sechzehnteilung, ist dadurch ausgezeichnet, daß das zentrale Sechseck und der es umgebende Kranz gleichen geringen Überdruck von 0,25 aufweisen und gegen einander geradlinig abgegrenzt sind. Auch der Überdruck in den Vierecken des äußeren Kranzes mit 0,55 ist mäßig, so daß nur ganz schwach gebogene Grenzen auftreten. Gesamtteilungslänge: 11,80 Radien.

u) Schließlich folgt noch die Zweiundzwanzigteilung von derselben Anordnung, mit einem schwach eingezogenen Siebeneck in der Mitte. Die Überdrucke finden sich jetzt im Außenkranz (0,74 in den Fünfecken, 1,29 in den Vierecken) und im Innenkranz (0,74 in den Sechsecken). Die Teilungslänge mißt 12,95 Radien.

Die hier behandelten einfacheren Fälle der Gleichteilung der Kreisfläche erfordern nur einen inneren Teilungspunkt des kleinsten Kreissektors, der durch kongruente und symmetrische Wiederholung die Kreisfläche bedeckt. Dementsprechend ist bei der Berechnung auch nur die Lösung von zwei transzendenten Gleichungen mit zwei Unbekannten erforderlich. Bei zwei Teilungspunkten im Kreissektor treten drei Unbekannte und ebensoviele Gleichungen dafür auf. Als Unbekannte können etwa die beiden Koordinaten des ersten Teilpunktes und eine dritte Koordinate angenommen werden, welche den zweiten Teilpunkt auf jenem Kreis festlegt, der die Netzfortsetzung im ersten Teilpunkt bildet. Die zu erfüllenden Gleichungen sagen aus, daß von den vier Feldern, in welche die Sektorfläche durch das Netz mit den zwei Teilpunkten zerschnitten wird, drei (und damit von selbst das vierte) den gegebenen Inhalt zugewiesen erhalten. Die graphische Ermittelung gelingt ähnlich wie bei dem Beispiel S. 21. Man muß nur für vier Näherungslagen der zwei Teilpunkte die Teilungskonstruktion und die Flächenermittelung durchführen und die richtige Lage durch dreifache Interpolation feststellen. Ich hoffe bei den durchgeführten Beispielen jeweils die allerkürzesten Teilungen gefunden zu haben. Nur bei der Zehn- und Elfteilung scheint mir eine günstigere Teilung von niedrigerer Symmetrie nicht ganz ausgeschlossen. Einen Beweis hiefür habe ich freilich nicht.

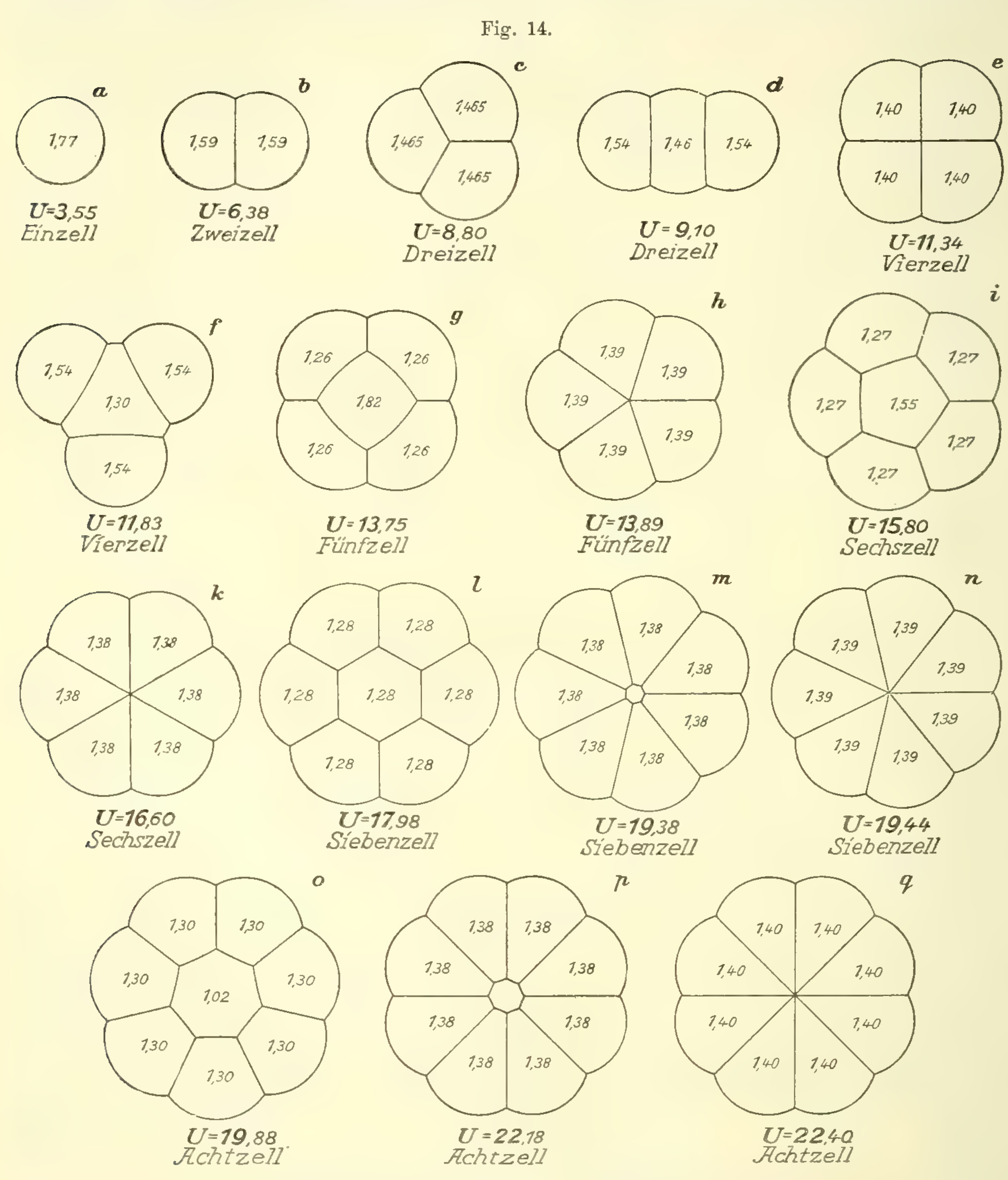
### 6. Zweidimensionale freie Schaumgebilde aus Zellen gleichen Inhalts.

Es schien mir ganz verlockend einfache Beispiele für den Aufbau abgeschlossener Teilungsnetze ohne Anlehnung an feste Grenzen zu geben, wie sie Seite 17 allgemein betrachtet wurden. Es sollen eine Anzahl von zweidimensionalen Seifenblasen gleichen Inhalts so vereinigt werden, daß ihre Grenzen zusammenfließen, ihre Inhalte aber getrennt erhalten bleiben.

Auch hier gibt es bei der gleichen Zahl Zellen, die an dem Aufbau des Schaumgebildes teilnehmen, verschiedene Anordnungen mit kürzesten Grenzen, von denen jene am stabilsten ist, welche die allerkürzeste Grenzlänge aufweist. In allen Zellen ist hier Überdruck gegenüber der äußeren Umgebung vorhanden. In Figur 14 sind eine Reihe solcher Schaumgebilde dargestellt. In die Zellen sind die Drucke eingeschrieben, die unter der Voraussetzung herrschen müssen, daß in den Grenzen die Spannung Eins herrscht. Der Inhalt einer Zelle ist zu 1 $cm^2$ angenommen. Die Längen $U$ der Grenzen sind in cm angegeben. Die Drucke $p$ haben die Dimension $cm^{-1}$.

Beim Dreizell (Fig. 14*c* und *d*) gibt es bereits zweierlei Anordnungen, nämlich die im Kreis herum und nebeneinander. Erstere ist die stabilere mit der Grenzlänge $U = 8{,}80$ gegen 9,10 bei der zweiten. Bei der letzteren müssen die äußeren Grenzbögen der Mittelzelle ein und demselben Kreis an-

Fig. 14.




Ebene Schaumgebilde aus Zellen gleichen Iltsnha.

gehören. Die symmetrische Anordnung, wonach beide Grenzbögen gleich groß sind, ist nicht notwendig; es muß nur ihre Summe dieselbe sein. Es können also die Außenzellen ohne Änderung der Grenzlänge um das Zentrum der Mittelzelle rotieren. Wenn dabei ein Grenzbogen der Mittelzelle verschwindet und zwei von den vier Ecken zusammenstoßen, so fließen von den dort zusammentreffenden vier Teilungslinien die beiden äußeren sich berührenden zu einer inneren Scheidelinie zusammen und es entsteht die stabilere Form des Dreizells, bei dem die Zellen um einen gemeinsamen Punkt herum angeordnet sind (Fig. 14 *c*).

Beim Vierzell (Fig. 14 *f* und *g*) ist die Anordnung um einen Punkt herum ebenfalls die stabilere, obwohl da wieder vier Bereiche zusammenstoßen. Die weniger stabile Form (Fig. 14 *f*), bei der drei äußere Zellen um eine mittlere in indifferentem Gleichgewicht gelagert sind, hat allerdings nur unbedeutend längere Grenzen (11,83 gegen 11,34).

Beim Fünfzell liegt die Sache bereits umgekehrt. Hier ist die Anordnung mit einer quadratischen Mittelzelle günstiger (Fig. 14 *g*). Allerdings sind hier die vier Außenzellen nicht mehr verschiebbar angelagert, wie die drei Außenzellen des instabilen Vierzells. Immerhin ist der Unterschied in der Grenzlänge gegenüber der Anordnung von fünf Zellen um einen Punkt herum sehr gering (13,75 gegen 13,89, Fig. 14 *h*).

Erheblicher ist dieser Unterschied bei den ähnlichen Anordnungen des Sechszells (15,80 gegen 16,60, Fig. 14 *i* und *k*). Beim Siebenzell (Fig. 14 *l*, *m*, *n*) tritt wieder der Fall ein, daß bei der günstigeren Anordnung (*l*) mit einem Sechseck in der Mitte dieses geradlinig und der Druck in allen Zellen gleich groß sein wird. Hier ist außerdem bereits eine dritte Anordnung (*m*) möglich, die bei den Schaumgebilden mit geringerer Zellzahl fehlte, nämlich die ringförmige mit einem siebeneckigen leeren Zwischenraum in der Mitte. Diese ist sogar ein klein wenig günstiger als die sternförmige (n), bei der sieben Zellen um einen Punkt herum liegen. Die Grenzlängen sind der Reihe nach: 17,98, 19,38, 19,44. Beim Achtzell (Fig. 14 *o*, *p* und *q*) liegen die Verhältnisse noch ebenso, nur wird bei der günstigsten Anordnung das mittlere Siebeneck bereits schwach eingezogen sein. Die Grenzlängen betragen hier: 19,88, 22,18, 22,40.

Bei der Steigerung der Zellzahl treten bald neue Anordnungen in Wettbewerb, deren Auswertung immer schwieriger wird, wie sich auch herausstellt, daß die Ermittlung eines freien Schaumgebildes bei gleicher Zellenzahl meist umständlicher ist, als jene eines solchen, wie es bei der Kreisflächenteilung auftritt.

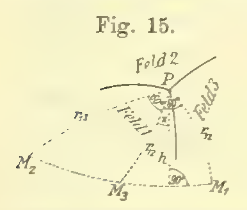
### 7. Teilung von krummen Flächen.

Die mechanische Analogie, welche zur Aufstellung der Gesetze für die Teilung mit kürzesten Grenzen ebener Flächenstücke führte, bewährt sich nach bei der gleichen Aufgabe für krumme Flächen. Wir brauchen uns nur die krumme Fläche als unendlich dünnen Zwischenraum von gleicher Breite zwischen zwei starren krummen Wänden von entsprechender Form vergegenständlicht zu denken. Diesen Zwischenraum begrenzen wir am Rande durch einen starren Draht und unterteilen ihn mittels eines in sich geschlossenen elastischen Fadens, der an den Grenzen überall doppelt liegt, am Rande über den Draht gezogen ist, so daß er dort frei gleiten kann und der an den Eckpunkten der Teilung durch Ringe zusammengehalten wird (Vgl. Fig. 9 Seite 14). Solche Ringe dienen auch zur Wiederzusammenfügung an den Schnitten, die an dem Teilungsliniennetz anzubringen sind, um es in ein solches zu verwandeln, in dem jeder Punkt von jedem aus nur auf einerlei Weg zu erreichen ist. Wie früher denken wir uns die Maschen zwischen den Fäden mit fast unzusammendrückbarer Flüssigkeit erfüllt, welche den abzugrenzenden Inhalt darstellt und beobachten das Gleichgewicht, das sich unter der Spannung des Fadens einstellt, wobei die Flüssigkeit in den einzelnen Maschen unter verschiedenen Druck gerät. Aus der überall konstanten Spannung des Doppelfadens und aus der längs der Grenze zweier Maschen konstanten Druckdifferenz ergibt sich alsdann die Konstanz der geodätischen Krümmung jedes Grenzlinienstückes zwischen zwei Grenzpunkten. Daß hier die geodätische Krümmung der Grenzlinie maßgebend ist, folgt daraus, daß alle Reaktionen von Flüssigkeit und Fadenspannung senkrecht zur jeweiligen Tangentialebene an die Fläche von den beiderseitigen starren Wänden des Zwischenraumes aufgenommen werden und nur das Kräftespiel in der Tangentialebene in Frage kommt. Dieses führt zu dem Schluße, daß die unter dem Kontingenzwinkel der geodätischen Krümmung gegeneinander geneigten Fadenspannungen an den Enden eines Grenzlinienelementes, mit dem auf das Element treffenden Teil der Druckdifferenz, das Gleichgewicht halten müssen, was die Gleichung $S \cdot k_{mn} = p_m - p_n$ zur Folge hat. Dabei ist $S$ die Spannung des Doppelfadens, $k_{mn}$ die geodätische Krümmung und $p_m - p_n$ der Druckunterschied beiderseits der Grenzlinie. An den Grenzpunkten müssen sich die drei (im Ausnahmefall auch mehr) gleichen Spannungen der durch den kleinen Ring gezogenen Doppelfäden das Gleichgewicht halten, was zur Gleichheit der Winkel, unter denen die Fäden vom Ring auslaufen, führt. Der Unterschied der Drucke in den drei Winkelräumen ändert an dieser Tatsache deshalb nichts, weil der Druck senkrecht zu den Fäden wirkt und daher nur deren

Krümmung nicht aber deren Spannung beeinflussen kann. An den Stellen, wo der Grenzfaden um den Rand des zu teilenden Gebietes geschlungen ist, fordert auch hier das Gleichgewicht ein senkrechtes Aufsitzen der Grenze auf jenen Rand. Die Druckunterschiede der in einem Maschenknotenpunkte zusammenstoßenden drei Felder kommen in den Krümmungen der drei sich dort gabelnden Grenzlinienstücke zum Ausdruck und da die algebraische Summe jener drei Druckunterschiede Null ist, so folgt dies auch für die Summe der geodätischen Krümmungen der drei in einem Grenzpunkt sich gabelnden Teilungslinienstücke. Die Krümmungskreise der auf die Tangentialebene im Grenzpunkt projizierten Teilungslinien bilden dann ein Kreisbüschel (vgl. S. 8).

Die Anwendung dieser Gesetze zur Aufstellung von Flächenteilungen mit kürzesten Grenzen gelingt natürlich am leichtesten bei solchen Flächen, auf welchen die Linien konstanter geodätischer Krümmung allgemein angegeben werden können und das sind vor allem die Flächen konstanter Gaußscher Krümmung. Diese lassen sich konform so in die Ebene abbilden, daß die Linien konstanter geodätischer Krümmung in Kreise übergehen. Ein Teilungsnetz mit kürzesten Grenzen geht daher bei dieser Abbildung in ein Kreisbogennetz der Ebene über, wobei die Winkelbedingungen an den Eckpunkten und Randpunkten wegen der Konformität erfüllt bleiben. Besonders einfach liegen die Verhältnisse bei den auf die Kugel abwickelbaren Flächen konstanter positiver Krümmung und speziell bei der Kugel selbst, bei welcher die stereographische Projektion die Abbildung der Linien konstanter geodätischer Krümmung in Kreise der Ebene besorgt. Hier läßt sich auch ganz elementar zeigen, daß die Krümmungsbedingung für die drei von einer Ecke ausgehenden Teilungslinien bei dieser Abbildung erhalten bleibt. Zuerst bemerken wir, daß bei der stereographischen Projektion einem Kreisbüschel in der Ebene ein solches auf der Kugel entspricht und umgekehrt. Sodann erinnern wir uns daran, daß die Krümmungsbedingung stets erfüllt ist für drei Kreise eines ebenen Büschels, die sich unter 120° schneiden (S. 8). Betrachten wir nun drei Kreise eines Büschels auf der Kugel (Fig. 15), die sich in $P$ unter 120° schneiden und ihre Mittelpunkte $M_1$, $M_2$, $M_3$ auf einem größten Kreise haben. Ihre Radien bilden Winkel von 60° miteinander.

Fig. 15.




Krümmungsbedingung bei der Kugelteilung.

Aus den rechtwinkligen Dreiecken, die durch Fällen des Lotes von $P$ auf $M_1 M_2$ entstehen, folgt:

$$\operatorname{tg} h = \operatorname{tg} r_{12} \cos x = \operatorname{tg} r_{13} \cos (60^0 + x)$$
$$\operatorname{tg} h = \operatorname{tg} r_{12} \cos x = \operatorname{tg} r_{32} \cos (60^0 - x)$$

4*

$$\text{oder:}\qquad \operatorname{ctg} r_{13} = \frac{\cos(60^0 + x)}{\cos x} \operatorname{ctg} r_{12} = \frac{1 - \sqrt{3}\operatorname{tg} x}{2} \operatorname{ctg} r_{12},$$

$$\operatorname{ctg} r_{32} = \frac{\cos(60^0 + x)}{\cos x} \operatorname{ctg} r_{12} = \frac{1 + \sqrt{3}\operatorname{tg} x}{2} \operatorname{ctg} r_{12}.$$

$$\text{Hieraus:}\qquad \operatorname{ctg} r_{13} + \operatorname{ctg} r_{32} = \operatorname{ctg} r_{12}.$$

Nun ist die geodätische Krümmung eines Kreises auf der Kugel gleich dem Produkt aus dem reziproken Kugelradius in die Kotangente des sphärischen Kreisradius, wobei noch, je nach den zugewiesenen Umlaufsinn, das Vorzeichen zu wählen ist. Dividieren wir daher die letzte Gleichung mit dem Kugelradius und berücksichtigen wir das Vorzeichen, so folgt aus ihr: $k_{13} + k_{32} = k_{12}$ oder: $k_{12} + k_{23} + k_{31} = 0$, wo die $k$ die geodätischen Krümmungen der drei in $P$ zusammenstoßenden Feldergrenzen bedeuten. Damit ist bewiesen, daß auch auf der Kugel drei unter $120^0$ sich schneidende Kreise eines Büschels die Krümmungsbedingung erfüllen und mithin diese Bedingung bei der stereographischen Projektion von Ebene und Kugel ebenso erhalten bleibt, wie wir früher sahen, daß sie gegenüber der ebenen Inversion invariant ist.

Hieraus folgt der Satz: Wird ein ebenes oder sphärisches Teilungsnetz mit kürzesten Grenzen durch Inversion transformiert, so geht es stets in ein neues ebenes oder sphärisches Teilungsnetz mit kürzesten Grenzen über.

### 8. Die Gleichteilung der Kugel.

Durch den Satz am Schlusse des vorigen Abschnittes sind ebene und sphärische Teilungsnetze aufs engste mit einander verbunden. Freilich bleibt bei der Inversion nur die Eigenschaft einer Figur ein Netz kürzester Teilung zu sein erhalten, dagegen ändert sich das Teilungsverhältnis. Wenn wir daher jetzt zur Gleichteilung der ganzen Kugelfläche übergehen, so stehen wir vor einer besonderen Aufgabe, die sich nicht durch Inversion auf ein schon gelöstes Problem der ebenen Teilung zurückführen läßt. Die Inversion jeder Teilung der ganzen Kugelfläche, die überhaupt eine ebene Teilung liefert, gibt Anlaß zu einem ebenen freien Schaumgebilde, dessen Zelleninhalte aber in keinem einfachen Zusammenhang mit jenen der sphärischen Einteilung stehen. Bei der Aufsuchung von Kugelteilungen entfällt eine Bequemlichkeit, die wenigstens die näherungsweise graphische Bestimmung der ebenen Flächenteilung erheblich erleichterte. Das ist der Gebrauch des Polarplanimeters. Man sieht sich infolgedessen hier stets zur Rechnung genötigt, wodurch in

den verwickelteren Fällen ein sehr erheblicher Mehraufwand an Arbeit entsteht, der nur durch größere Genauigkeit des Ergebnisses ausgeglichen wird. Infolgedessen sind nur ausnahmsweise Kugelteilungen bestimmt worden, bei welchen zwei transzendente Gleichungen mit zwei Unbekannten durch Näherung zu lösen waren. Die Rechnungen wurden fünfstellig mit der Bremikerschen Tafel für Dezimalteilung des Sexagesimalgrades durchgeführt. Die Genauigkeit der Ergebnisse ist aber nur vierstellig. Die Benützung der Dezimalteilung des Sexagesimalgrades verbindet Bequemlichkeit der Rechnung mit der Anlehnung an die gewohnte Teilung des Kreisumfangs in 360 Grade.

Bezüglich der Darstellung der Ergebnisse ist zu bemerken, daß sie zuerst auf Gipskugeln von etwa 100 mm Durchmesser erfolgte. Eine photographische Abbildung der Kugeln zum Zwecke der Veröffentlichung erwies sich als unpraktisch, da namentlich bei den geringeren Teilungszahlen das Teilungsnetz nur überblickt werden kann, wenn man die Kugel von allen Seiten betrachtet. Ich habe daher eine stereographische Abbildung der Kugelteilung vorgenommen, obwohl ihre zeichnerische Herstellung viele Mühe kostete (Fig. 16). Es wurden die beiden Halbkugeln auf das Innere des Großkreises, den die gemeinsame Äquatorebene ausschneidet, projiziert und die beiden Bilder in diesem Zusammenhang belassen. Jede Linie, welche von der einen Halbkugel zur andern zieht und dabei den Äquator überschreitet, erfährt in der Abbildung am Äquator einen zum Radius nach dem Äquatorpunkt symmetrischen Knick und beispielsweise wird ein Großkreis durch ein symmetrisches Kreisbogenzweieck, dessen Ecken auf einem Durchmesser der Äquators liegen, abgebildet. Nur bei den höheren Teilungszahlen von 20 ab begnügte ich mich mit der Darstellung einer Kugelhälfte, um die Figur nicht zu überladen. Neben den günstigen Eigenschaften der stereographischen Projektion konform zu sein und Kreise in Kreise überzuführen, hat sie auch einige für unseren Zweck nachteilige, nämlich den Mangel an Flächentreue und den noch empfindlicheren der Änderung des Krümmungssinnes. Letzterer würde nur der perspektivischen Abbildung vom Kugelmittelpunkt aus nicht anhaften, aber diese würde noch viel umständlicher durchzuführen und dabei doch kaum anschaulicher sein, da ja schon die Halbkugel in die unendliche Ebene ausgebreitet wird.

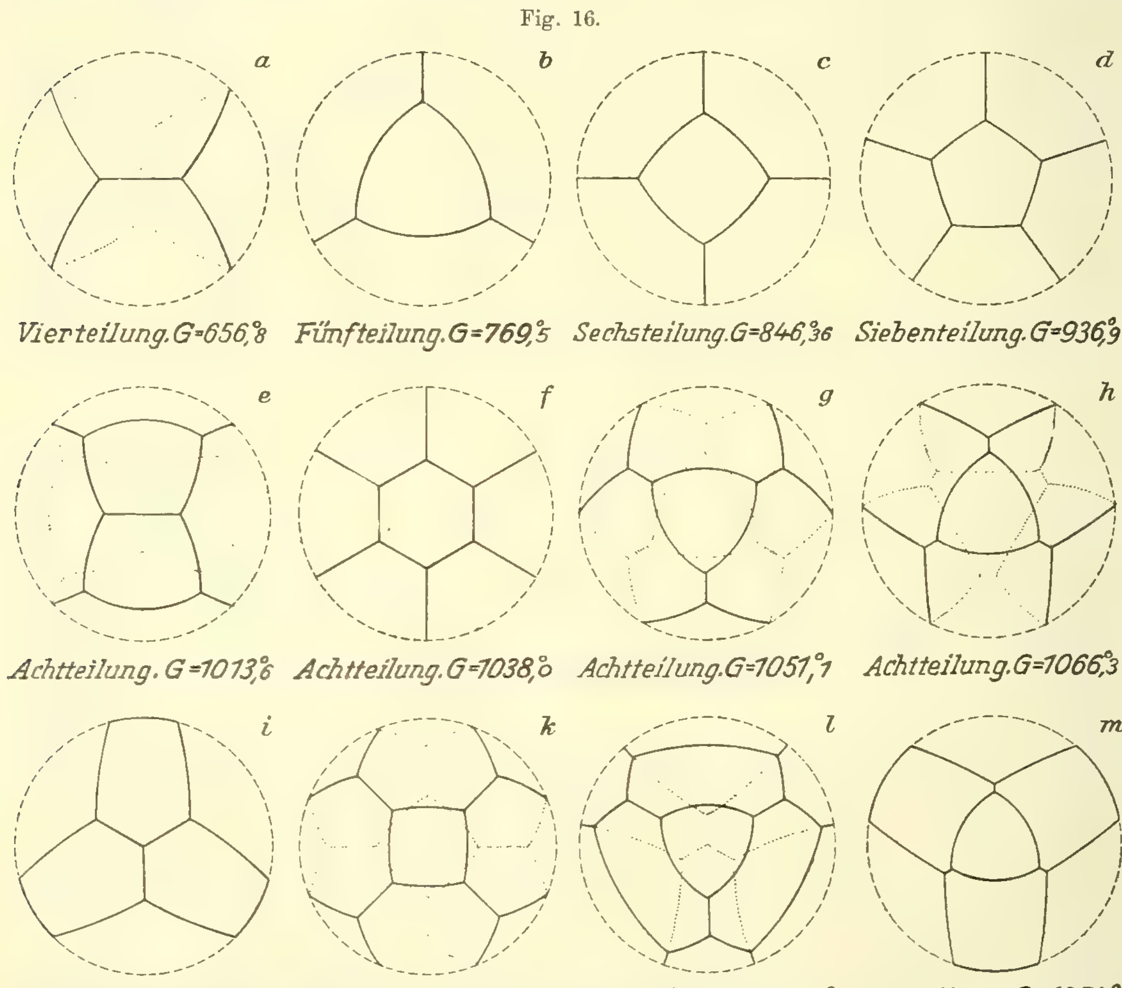
Wir besprechen nun kurz an Hand der Figur 16 die Reihe der Gleichteilungen der Kugel, wobei wir jene mit der allerkürzesten Teilungslänge besonders hervorheben.

Die Zweiteilung der Kugel erfolgt durch einen Äquator und ist gleichzeitig die allerkürzeste, da sie ja durch eine geodätische Linie bewirkt wird.

Für die Dreiteilung kommt neben der durch drei um $120^0$ gegeneinander geneigte Halbkreise, die von zwei Polen ausgehen, noch jene in Betracht, bei welcher durch kleine Kreise von passendem Radius zwei Kugelhauben von je ein Drittel des Oberflächeninhalts abgetrennt werden und der Rest eine ringförmige Zone darstellt. Die erstgenannte ist die günstigere. Teilungslänge: $540^0$ gegen $678^0,4$ bei der zweiten.

Die Vierteilung der Kugel (Fig. 16 *a*) erfolgt am günstigsten durch sechs Großkreisbogen, die die Ecken eines ihr eingeschriebenen regulären Tetraeders verbinden. Sie treffen sich allenthalben unter $120^0$ und die von ihnen eingeschlossenen Felder stehen alle unter gleichem Druck. Die Teilungslänge beträgt $656^0,8$.

Fig. 16.




Gleichteilung der Kugel in stereographischer Projektion.

Die Fünfteilung (Fig. 16 *b*) wird am günstigsten so vorgenommen, daß man zwei gleichseitige Kreisbogendreiecke mit Winkeln von $120^0$ einander so gegenüberstellt, daß die Verbindungsgeraden entsprechender Ecken parallel und gleich lang werden und dann diese Ecken durch größte Kugelkreise verbindet. Es entstehen dann zwei dreieckige und drei viereckige Felder; in den ersteren herrscht Überdruck. Diese Fünfteilung stellt den einfachsten Fall einer Anordnung vor, der wir wiederholt begegnen werden. Zwei gegenüberliegende Felder sind regelmäßige Kreisbogenpolygone mit $n$ Winkeln von $120^0$, zwischen welche sich eine Zone von $n$ Vierecken einlagert, die durch Großkreisbogen von einander getrennt sind.

Zu ihrer Berechnung zerlegt man die Teilungsfigur durch Großkreise, welche durch die Mittelpunkte der Kreisbogenpolygone gehen, in $2n$ gleiche und symmetrische Teile und drückt aus, daß der Inhalt des $2n$ten Teils eines Kreisbogenpolygons gleich dem $2(n+2)$ten Teil der Kugelfläche ist. Der genannte Teil des Kreisbogenpolygons wird, je nachdem jenes Polygon auswärts oder einwärts gebogene Seiten hat, als positive oder negative Differenz eines sphärischen Sektors vom Zentriwinkel $\beta$ und eines Dreiecks berechnet, dessen Ecken der Polygonmittelpunkt, eine Polygonecke und der sphärische Krümmungsmittelpunkt der Polygonseite sind. Für diesen Zentriwinkel $\beta$ ergibt sich hieraus die transzendente Gleichung:

$$\beta \left\{ 4 \frac{\sin\left(\frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{12} - \frac{\pi}{2n}\right) \sin\left(\frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{2n}\right)}{\sin\beta} - 1 \right\} = \frac{n-4}{6(n+2)}\,\pi,$$

die durch Probieren zu lösen ist. Ist $\beta$ gefunden, so ergibt sich der sphärische Radius $a$ der Polygonseite und der sphärische Radius $b$ des dem Polygon umschriebenen Kreises durch Auflösung eines sphärischen Dreiecks, dessen Winkel bekannt sind.

Im Falle der Fünfteilung wird $n = 3$, $\beta = 50^0{,}94$, $a = 83^0{,}23$, $b = 62^0{,}92$. Die Länge der halben Dreiecksseite wird: $50^0{,}94 \sin 83^0{,}23 = 50^0{,}585$, der Umfang beider Dreiecke $607^0{,}0$. Die Länge eines Verbindungskreises zwischen den Ecken der beiden Dreiecke ist: $180^0 - 2 \cdot 62^0{,}92 = 54^0{,}166$, für alle drei $162^0{,}50$. Die gesamte Teilungslänge beträgt hiernach: $607^0{,}0 + 162^0{,}5 = 769{,}^05$. Setzen wir den Kugelradius gleich Eins und ebenso die Spannung in den Teilungslinien, so wird die Krümmung der Dreiecksseiten $\operatorname{ctg} a = \operatorname{ctg} 83^0{,}23 = 0{,}1187$. Diese Zahl drückt dann auch den Betrag des Überdruckes in den dreieckigen Feldern gegenüber den viereckigen aus.

Die kürzeste Sechsteilung der Kugelfläche (Fig. 16 *c*) wird augenscheinlich durch die sechs Großkreisbogen gegeben, welche die Ecken eines

der Kugel einbeschriebenen Würfels so verbinden, wie es dessen Kanten tun. Die Länge der sphärischen Würfelkante beträgt: $70^0,53$. Die gesamte Teilungslänge beläuft sich auf $846^0,36$. In den sechs kongruenten Feldern ist der Druck natürlich gleich.

Für die Siebenteilung (Fig. 16 *d*) der Kugel kommt die bei der Fünfteilung besprochene Anordnung in Betracht mit $n = 5$. Es treten zwei gegenüberliegende Kreisbogenfünfecke mit eingezogenen Seiten auf, zwischen welche sich eine Zone von Vierecken lagert. Die Rechnung nach der vorigen Formel ergibt $\beta = 26^0,805$, $a = 80^0,798$, $b = 49^0,23$. Die ganze Teilungslänge wird $936^0,9$, der Überdruck in den fünf Vierecken gegenüber den beiden Fünfecken: $\operatorname{ctg} a = 0,1709$.

Ein besonderes Interesse verdient die Achtteilung der Kugel, die mancherlei Überraschungen brachte. Eine sehr naheliegende Möglichkeit ist die durch drei Großkreise, deren Ebenen senkrecht zu einander sind und die Oktaedereinteilung in acht gleichseitig rechtwinklige Dreiecke ergeben. Die Länge der Teilungslinien ist $1080^0$, Überdruck ist nirgends vorhanden. An den acht Ecken tritt aber der Ausnahmefall ein, daß dort jeweils vier Felder mit Winkeln von $90^0$ zusammenstoßen, statt drei mit Winkeln von $120^0$. Dieser Umstand legt es nahe zu untersuchen, ob mit dieser Einteilung schon das Mindestmaß der Grenzlänge erreicht ist. Gehen wir von der früheren Tetraedereinteilung aus und legen wir über die vier Ecken derselben gleichseitige dreieckige Felder mit Winkeln von $120^0$, welche den achten Teil der Kugelfläche einnehmen und ihre Ecken auf den Tetraederteilungslinien haben, so bleiben von den Feldern der Tetraedereinteilung sechseckige Reste, mit abwechselnd längeren eingezogenen und kürzeren geradlinigen Seiten übrig, wodurch eine normale Kugelteilung in vier Dreiecke und vier Sechsecke mit zwölf Knotenpunkten entsteht (Fig. 16 *h*). Für die Dreiecke ergibt sich nach einer ähnlichen Formel, wie die voranstehende, bei der nur die rechte Seite geändert ist, $\beta = 44^0,456$, $a = 70^0,28$, $b = 49^0,58$, woraus der Dreiecksumfang zu $251^0,094$ und die Länge der geodätischen Sechseckseiten zu $10^0,318$ folgt. Dies ganze Teilungsnetz mißt $1066^0,29$, ist also um $1,3\%$ kürzer als das Oktaedernetz. Der Überdruck in den Dreiecken ist: $\operatorname{ctg} a = 0,3584$, also ganz erheblich.

Es gibt aber andere Möglichkeiten, die noch günstiger sind. Man stellt zwei gleichseitige Kreisbogendreiecke der vorigen Art einander so gegenüber, daß die Verbindungsgeraden der Ecken durch den Kugelmittelpunkt gehen und teilt den zonenförmigen Rest der Kugeloberfläche in sechs kongruente und symmetrische Fünfecke von folgender Eigenschaft (Fig. 16 *g*). Eine

krumme Seite fällt mit einer Dreiecksseite zusammen, die übrigen sind geodätisch und schließen mit ihnen und unter sich Winkel von $120^0$ ein. So entsteht ein kürzestes Teilungsnetz mit zwei dreieckigen und sechs fünfeckigen Feldern, zwölf Knoten, sechs krummen und zwölf geodätischen Grenzlinien. In den Dreiecken herrscht der gleiche Überdruck, wie bei der vorigen Achtteilung, in den Fünfecken ist kein Überdruck. Die kurzen Fünfeckseiten messen $20^0,95$, die langen $70^0,53$, das ganze Netz $1051^0,1$. Es ist also günstiger als das vorhergehende.

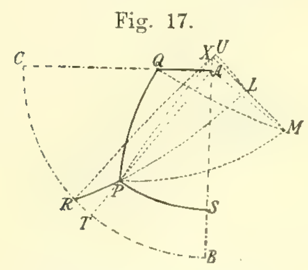
Wir haben indessen noch die Anordnung (Fig. 16 *f*) zu untersuchen, welche der letzten Formel für $n = 6$ entspricht und wobei zwei gegenüberliegende reguläre, eingezogene Kreisbogensechsecke von einem Kranz von sechs Vierecken umgeben sind. Die Formel ergibt: $\beta = 22^0,1364$, $a = 70^0,20$, $b = 45^0,16$. Die geodätischen Teilungslinien messen $89^0,684$. Die Teilungslänge wird: $1038^0,0$, also nochmals erheblich kleiner. Der Überdruck in den sechs Vierecken ist erheblich: $\operatorname{ctg} a = 0,3600$.

Man wird erwarten und ich war lange der Meinung, daß damit die allerkürzeste Teilungslänge für die Achtteilung erreicht ist. Durch eine Bemerkung von Herrn Kollegen Dr. Rosenthal wurde ich jedoch darauf aufmerksam, daß noch eine Achtteilung der Kugel mit vier Vierecken und vier Fünfecken möglich ist. Ich versuchte diese zunächst möglichst symmetrisch zu gestalten und dann den Bedingungen einer kürzesten Teilung (Fig. 16 *e*) anzupassen. Legt man zwei symmetrische Vierecke neben einander in die Mitte einer Halbkugel und dieselben zwei um $180^0$ gedreht, in die Mitte der anderen Halbkugel, so bleibt von der Kugelfläche ein ringförmiger Rest, der durch geodätische Verbindung passender Ecken der beiden sechseckigen Grenzpolygone des Ringes in zwei Paare von kongruenten und symmetrischen Fünfecken aufgeteilt wird. Es gibt nur eine mögliche Teilung nach diesem Schema, welche den Bedingungen der kürzesten Teilung entspricht. Ihre Ausrechnung ist wirklich umständlich, da sie die Auflösung zweier sehr verwickelter Gleichungen mit zwei Unbekannten verlangt, deren explizite Aufstellung kaum tunlich ist. Ich habe das Schlußergebnis der langwierigen Rechnung in nachfolgender Figur 17 zusammengefaßt, welche ein Achtel der Kugelteilung in stereograpischer Projektion darstellt. Die ausgezogenen Linien sind Teilungslinien, darunter *PQ* und *PS* Kreisbogen. Sämtliche anderen Linien sind Geodätische. *M* ist der sphärische Mittelpunkt des Kreises *PQ*, *X* jener des Kreises *PS*.

Berechnet man schließlich den Flächeninhalt der Felder dieser Teilung, so findet sich für das halbe Viereck der Exzeß zu $45^0_{,}01$ und für das halbe

Fünfeck zu 44°,99, also innerhalb der Rechengenauigkeit, der Flächeninhalt beider Art von Feldern zu einem Achtel der Kugelfläche. Es hat sich also die einzig mögliche Teilung mit kürzesten Grenzen von dem vorgegebenen Schema und der angenommenen Symmetrie als Gleichteilung erwiesen. In den Vierecken herrscht ein Überdruck von 0,1605; die Grenzlänge beträgt nur 1013°,6 und ist damit noch bedeutend kürzer, als bei den früher behandelten Achtteilungen.

Fig. 17.



Berechnung der allerkürzesten Achtteilung der Kugel.

$AB = AC = 90^0$; $CR = RB = 45^0$; $PM = PX = XS = 80^0,88$; $XL = LM = 29^0,58$; $RP = 17^0,25$; $RL = 96^0,75$; $AX = 8^0,28$; $XU = 1^0,92$; $RU = 97^0,765$; $UL = 29^0,53$; $AM = 53^0,85$; $RT = 7^0,22$; $PT = 15^0,12$; $AP = 74^0,28$; $AQ = 32^0,21^0$; $AS = 72^0,60$. Winkel: $CAB = CAX = PLN = PLM = PUL =$ $= RTS = 90^0$; $AQM = XPL = LPM = 30^0$; $PRT = 66^0,91$; $MAS = 52^0,31$; $AMX = 7^0,63$; $XLU = 3^0,89$; $QMA = 19^0,27$; $QMP = 57^0,87$; $PXS = 36^0,68$; $PAS = 37^0,78$; $AXM = 48^0,09$.

Für die Neunteilung der Kugelfläche gibt es eine sehr günstige Anordnung, die voraussichtlich nicht übertroffen werden kann. Um den Äquator sind in gleichen Abständen drei über Eck gestellte Kreisbogenquadrate mit Winkeln von 120° und dem richtigen Inhalt so angeordnet, daß die eine Diagonale in den Äquator fällt. Zwischen diese Vierecke sind auf jeder Halbkugel drei Fünfecke eingeschaltet, deren neue Grenzen Großkreisbogen sind. Es gibt somit drei Vierecke und sechs Fünfecke, sowie 14 gemeinsame Eckpunkte. Die Zahlen für ein Achtel des Quadrats sind: $\beta = 30^0,166$, $a = 80^0,462$ $b = 44^0,49$. Der Überdruck in den Quadraten beläuft sich auf $\operatorname{ctg} a = 0,1681$, die Grenzlänge auf 1080°,1.

Um die günstigste Zehnteilung der Kugelfläche treten zwei Anordnungen in Wettbewerb. Die erste geht von der Tetraedereinteilung aus (Fig. 16 *l*). Über jede Ecke wird ein gleichseitiges Kreisbogendreieck mit Winkeln von 120° und passendem Inhalt so gelegt, daß dessen Ecken mitten zwischen die Teilungslinien der Tetraederteilung zu liegen kommen. Die drei in jedes Tetraederfeld ragenden Dreiecksecken werden nun durch drei unter 120° sich gabelnde Großkreisbogen verbunden, wodurch in der Mitte jedes Tetraederfeldes ein neuer Knoten der Netzteilung entsteht. Zwischen die Dreiecke lagern sich dann Sechsecke ein, die von den Seiten der Tetraedereinteilung symmetrisch halbiert werden. Das Teilungsnetz hat 18 Knoten, vier dreieckige und sechs sechseckige Felder. Die Zahlen für ein Sechstel eines dreieckigen Feldes sind: $\beta = 42^0,02$, $a = 64^0,63$, $b = 44^0,30$. In den

Dreiecken herrscht der hohe Überdruck $\operatorname{ctg} a = 0{,}4782$, die Grenzlänge ist $1226^0{,}0$.

Besser als diese Anordnung erweist sich eine andere, die die Weiterbildung des drittbesten Typus der Achtteilung darstellt (Fig. 16 *k*). Zwei Kreisbogenquadrate mit Winkeln von $120^0$ und passendem Inhalt werden so gelegt, daß entsprechende Ecken auf Kugeldurchmessern liegen. Der ringförmige Zwischenraum wird durch acht kongruente Fünfecke, die auf den Seiten der Quadrate aufsitzen und im übrigen durch Geodätische begrenzt sind, die sich unter $120^0$ treffen, aufgeteilt. Das Teilungsnetz besteht aus zwei viereckigen und acht fünfeckigen Feldern und hat 16 Knoten. Die Werte für ein Achtel des Quadrates sind: $\beta = 29^0{,}026$, $a = 78^0{,}07$, $b = 42^0{,}17$. Die geodätischen Teilungslinien betragen $33^0{,}994$ und $52^0{,}45$. Der Überdruck in den Quadraten beläuft sich auf $\operatorname{ctg} a = 0{,}2113$, die Grenzlänge auf $1145^0{,}9$.

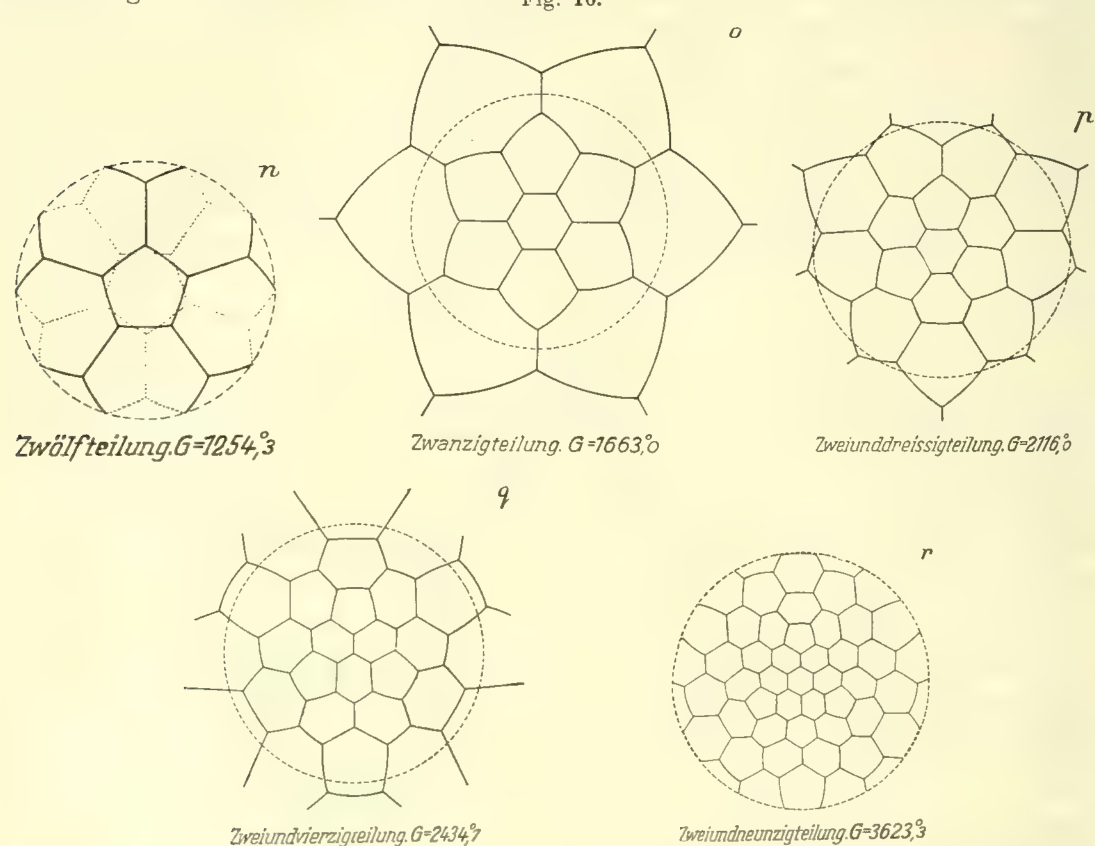
Für die **Elfteilung** kommt eine Netzeinteilung in Frage, welche sich an jene der Neunteilung anschließt (Fig. 16 *m*). Wie dort reihen sich drei über Eck gestellte Quadrate am Äquator auf; an den zugehörigen Polen liegt je ein gleichseitiges Dreieck, das seine Ecken denen der Äquatorquadrate zuwendet. So entsteht ein Teilungsnetz aus zwei Dreiecken, drei Vierecken und sechs Sechsecken mit 18 Knoten. Die Zahlenwerte für ein Sechstel Dreieck sind: $\beta = 41^0{,}092$, $a = 62^0{,}315$, $b = 42^0{,}226$. Jene für ein Achtel Viereck: $\beta = 28^0{,}056$, $a = 75^0{,}94$, $b = 40^0{,}18$. Die Gesamtgrenzlänge wird: $1254^0{,}3$.

Eine noch in Betracht zu ziehende Elfteilung vom gleichen Symmetriecharakter käme dadurch zustande, daß an gegenüberliegenden Polen zwei dreifach symmetrische Sechsecke, mit abwechselnd langen und kurzen Seiten liegen, die in bezug auf die Äquatorebene spiegelbildlich sind. Zwischen zwei benachbarte kurze Seiten der beiden Sechsecke schaltet sich je ein zum Äquator symmetrisches Sechseck ein, zwischen zwei lange Seiten der beiden Sechsecke zwei zum Äquator symmetrisch gelegene Vierecke, die eine geodätische Seite auf dem Äquator gemeinsam haben. So entsteht ein Teilungsnetz aus fünf Sechsecken (zwei dreifach und zwei zweifach symmetrisch) und sechs Vierecken (einfach symmetrisch) mit 18 Knoten. In den Vierecken ist Überdruck. Die Berechnung dieses Netzes ist sehr umständlich. Es muß ein sphärisches Dreieck mit den Seiten $60^0$, $90^0$, $90^0$ von einem innern Punkt aus, im Verhältnis $2:3:6$ so geteilt werden, daß die erste Seite unter $120^0$ die beiden andern senkrecht geschnitten werden. Ich habe die Berechnung unterlassen, obwohl das zugehörige Netz vielleicht kürzer ist, als das vorige.

Die natürliche **Zwölfteilung** der Kugel ist die Pentagondodekaeder-

einteilung (Fig. 16 *n*), die alle Merkmale der kürzesten Teilung aufweist und ausschließlich aus geodätischen Linien besteht, die zwischen den Ecken eines der Kugel einbeschriebenen regulären Dodekaeders gezogen sind. Sie ist jedenfalls auch die allerkürzeste. Überdruck ist nicht vorhanden; die Netzlänge beträgt: 1254°,3, also zufällig genau soviel wie bei der gerechneten Elfteilung.

Fig. 16.




Von einer Fortsetzung der Reihe der Teilungen über zwölf hinaus wurde abgesehen, schon aus dem Grunde, weil die Dreizehnteilung erhebliche Rechenschwierigkeiten bietet. Dagegen sollen noch einige typische Teilungen mit höheren Teilungszahlen Erwähnung finden.

Die Zwanzigteilung der Kugelfläche legt ohne weiters den Gedanken an die Ikosaederteilung nahe, welche zwar die Bedingungen einer kürzesten Teilung erfüllt, jedoch in den zwölf Ecken Ausnahmestellen insofern hat, als hier je fünf Grenzen zusammenstoßen. Die Teilungslänge für die Ikosaedereinteilung beläuft sich auf 1903°,0. Sie kann durch eine andere Anordnung, bei welcher statt der ungünstigen dreieckigen Felder fünf- oder sechs-

eckige auftreten, ganz bedeutend herabgesetzt werden. Legt man auf gegenüberliegende Pole je ein reguläres eingezogenes Kreisbogensechseck mit Winkeln von $120^0$ und ein Zwanzigstel Inhalt der Kugelfläche, umgibt man jedes derselben mit einem Kranz von sechs symmetrischen Fünfecken und legt man zwischen die zwei so entstandenen sechszackigen Sterne einen Gürtel von sechs Sechsecken, so erhält man ein Netz mit acht Sechsecken und zwölf Fünfecken, das 36 Knoten hat und den Bedingungen der kürzesten Teilung angepaßt werden kann (Fig. 16 *o*). Die etwas umständliche Berechnung, die doppelte Interpolation zwischen drei Näherungsrechnungen erfordert, übergehe ich. Das Endergebnis ist für die mittleren Sechsecke $\beta = 14^0{,}056$, $a = 77^0{,}67$, $b = 28^0{,}33$. Ferner ist der Abstand der Fünfecksecken vom Mittelpunkt des nächsten zentralen Sechseckes $64^0{,}12$ und $81^0{,}035$. Der sphärische Radius der krummen Gürtelsechsecksseiten ergibt sich zu $74^0{,}81$. Der Überdruck in den Fünfecken über die Gürtelsechsecke ist $\operatorname{ctg} 74^0{,}81 = 0{,}2715$, der Unterdruck des zentralen eingezogenen Sechsecks gegenüber den umgebenden Fünfecken $\operatorname{ctg} a = 0{,}2186$. Herrscht also in den Gürtelsechsecken der Druck 0, so beträgt er in den Fünfecken 0,2715, in den zentralen Sechsecken 0,0529. Die ganze Teilungslänge verringert sich auf $1663^0$, also um $240^0$ gegenüber der Ikosaedereinteilung.

Um zu Kugelteilungen mit noch höheren Teilungszahlen zu gelangen, die für das eingangs erwähnte kartographische Problem von praktischer Bedeutung sein können, geht man zweckmäßig von der Ikosaedereinteilung aus und unterteilt eines der 20 Felder derart, daß aus der kongruenten und symmetrischen Wiederholung dieser Einteilung eine Gleichteilung der Kugel mit kürzesten Grenzen entsteht, die dann die volle Ikosaedersymmetrie besitzt. Für das Folgende sei bemerkt, daß die Ikosaederseite $63^0{,}435$, der obere Höhenabschnitt des Ikosaederdreiecks $37^0{,}3766$, der untere $20^0{,}9054$ mißt.

Auf diesem Wege entsteht zuerst eine Zweiunddreißigteilung (Fig. 16 *p*). Man legt über die zwölf Ecken der Ikosaedereinteilung passende reguläre Kreisbogenfünfecke mit Winkeln von $120^0$, die ihre Ecken auf den Ikosaederkanten haben. Auf den 20 Dreiecken der Ikosaederteilung entstehen dann sechseckige Restflächen von gleichem Inhalt wie die Fünfecke. Das Teilungsnetz hat 60 Knoten. Die Zahlenwerte für ein Zehntel des ausgebauchten Fünfecks werden: $\beta = 13^0{,}688$, $a = 74^0{,}10$, $b = 22^0{,}78$. Der Überdruck in den zwölf Fünfecken gegenüber den 20 Sechsecken beträgt: $\operatorname{ctg} a = 0{,}2849$, die gesamte Teilungslänge $2116^0{,}0$.

Zu einer Zweiundvierzigteilung der Kugelfläche (Fig. 16 *q*) gelangen wir dadurch, daß wir über die Ecken der Ikosaederteilung passende Kreis-

bogenfünfecke so legen, daß deren Ecken mitten zwischen die Ikosaederkanten fallen und dann die drei in ein Ikosaederfeld hineinragenden Fünfecksecken durch ein unter 120$^0$ gegabeltes geodätisches Dreilinienstück verbinden. Es liegen dann über den 30 Ikosaederkanten ebensoviele durch sie halbierte Sechsecke. Das Teilungsnetz hat 90 Knoten, 12 Fünfecke und 30 Sechsecke. Die Werte für ein Zehntel des ausgebauchten Fünfecks sind: $\beta = 12^0,307$, $a = 69^0,624$, $b = 19^0,873$. Der Überdruck in den Fünfecken beträgt: $\operatorname{ctg} a = 0,3714$, die Gesamtlänge des Netzes 2434$^0$,7.

Eine Zweiundneunzigteilung der Kugelfläche (Fig. 16 *r*) entsteht in der Weise, daß man wie bei der Zweiundvierzigteilung ausgebauchte Kreisbogenfünfecke, nur entsprechend kleineren Inhalts, über die Ikosaederecken legt, wobei deren Ecken in die Ikosaederflächen hineinragen. Auf die Mittelpunkte der Ikosaederflächen werden dann eingezogene reguläre Kreisbogensechsecke gleichen Inhalts mit 120$^0$-Winkeln gelegt, deren Ecken auf den Höhen der Ikosaederdreiecke liegen. Das Netz wird dann durch geodätische Stücke der Ikosaederhöhen, die benachbarte Polygonecken verbinden, vervollständigt und enthält 92 Maschen (12 ausgebauchte reguläre Fünfecke, 20 eingezogene reguläre Sechsecke und 60 gemischte einfach symmetrische Sechsecke, die von den Ikosaederkanten halbiert werden), 180 Knoten und 270 Seiten. Die Zahlenwerte für ein Zehntel ausgebauchtes Fünfeck sind: $\beta = 9^0,423$, $a = 56^0,38$, $b = 13^0,41$; jene für ein Zwölftel eingezogenes Sechseck: $\beta = 6^0,565$, $a = 84^0,30$, $b = 13^0,15$. Der Druck in den 60 einfach-symmetrischen Sechsecken ist $\operatorname{ctg} 84^0,30 = 0,0998$, in den ausgebauchten Fünfecken $\operatorname{ctg} 56^0,38 + \operatorname{ctg} 84^0,30 = 0,6649 + 0,0998 = 0,7647$, in den eingezogenen Sechsecken Null. Die Teilungslänge macht 3623$^0$,3 aus.

Am Schluße möge noch eine kurze Zusammenstellung der gerechneten Teilungslängen folgen, wobei wir uns auf die jeweilig kürzesten beschränken wollen.

| Teilungszahl | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teilungslänge | 360°,0 | 540°,0 | 656°,8 | 769°,5 | 846°,4 | 936°,9 | 1013°,6 | 1080°,1 |
| Durchschnittl. Maschenumfang | 360°,0 | 360°,0 | 328°,4 | 307°,8 | 282°,1 | 267°,7 | 253°,4 | 240°,0 |
| Umfang einer Kugelhaube | 360°,0 | 339°,4 | 311°,8 | 288°,0 | 268°,3 | 252°,0 | 238°,1 | 226°,3 |
| Verhältniszahl | 1,000 | 1,061 | 1,053 | 1,069 | 1,051 | 1,062 | 1,064 | 1,061 |

| Teilungszahl | 10 | 11 | 12 | 20 | 32 | 42 | 92 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teilungslänge | 1145°,9 | 1254°,3 | 1254°,3 | 1663°,0 | 2116°,0 | 2434°,7 | 3623°,3 |
| Durchschnittl. Maschenumfang | 229°,2 | 228°,1 | 209°,1 | 166°,3 | 132°,25 | 115°,94 | 78°,77 |
| Umfang einer Kugelhaube | 216°,0 | 207°,0 | 199°,0 | 156°,9 | 125°,27 | 109°,77 | 74°,66 |
| Verhältniszahl | 1,062 | 1,102 | 1,051 | 1,060 | 1,056 | 1,056 | 1,055 |

Selbstverständlich nimmt die Teilungslänge mit der Teilungszahl zu und der durchschnittliche Maschenumfang (Teilungslänge, geteilt durch die halbe Teilungszahl) ab. Vergleicht man aber den Maschenumfang mit dem Umfang einer Kugelhaube, die gleichen Inhalt wie eine Masche der zugehörigen Teilung hat, so findet sich ein merkwürdig konstantes Verhältnis, nämlich mit zwei Ausnahmen zwischen 1,051 und 1,069. Die eine Ausnahme betrifft die Zweiteilung, bei der das Verhältnis von vorneherein gleich Eins ist und die Elfteilung, bei welcher der schon angedeutete Verdacht besteht, daß die gerechnete Teilung nicht die allerkürzeste ist, welcher Verdacht natürlich dadurch bestärkt erscheint. Man sieht aus der Zusammenstellung ferner, daß die rein geodätischen Teilungen, wie Tetraeder-, Würfel- und Dodekaedereinteilung die günstigsten Verhältnisse (1,053—1,051) aufweisen. Außerdem bemerkt man für die großen Teilungszahlen ein deutliches Abnehmen dieses Verhältnisses. Es ist leicht anzugeben, welchem Wert das Verhältnis bei unbegrenzter Vermehrung der Teilungszahl zustrebt. Offenbar überwiegen dann die Sechsecke und werden in der Überzahl immer regelmäßiger. Betrachten wir als Grenzfall ein sehr großes Stück einer Ebene, die durch lauter kongruente regelmäßige Sechsecke wabenartig eingeteilt ist, so wird für diese Teilung das Verhältnis des Sechsecksumfangs zum Kreisumfang, der die gleiche Fläche einschließt, 1,050. Dieser Wert ist bei der Zweiundneunzigteilung schon bis auf ein halbes Prozent erreicht.

---

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 8. Abhandlung

# Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens

## II. Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman)

### 4. Die Säge des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. und über die Sägen der Sägehaie

von

**Ernst Stromer**

Mit 1 Doppeltafel

Vorgetragen am 13. Januar 1917

München 1917
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

## 4. Die Säge des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. und über die Sägen der Sägehaie.

Wie ich schon in meiner Beschreibung der Baharîje-Oase erwähnte (1914, p. 25—29, 31, 41—42), fanden sich einzelne Zähne von Gigantichthys numidus Haug in der Baharîje-Stufe an verschiedenen Fundorten und in mehreren Schichten. Nach den Angaben des zuverlässigen Sammlers Markgraf kommen sie in den obersten Schichten des Gebel el Dist vor (1914, p. 25 in Schicht 7a), ich fand sie dort in Schicht 7d (4 Sockel und ein Kronenstück). Markgraf eine große Zahl (33 fast oder ganz vollständige Zähne, 37 Sockel und 27 Kronenstücke) und zwei Rostralreste in Schicht 7n, einige auch 500 m westlich des Gebel Maghrafe (1 ganzer Zahn, 3 Sockel und 1 Kronenstück), und auch mehrere (3 vollständige, aber gipsig verwitterte Zähne) in der untersten Schicht 7p. Außerdem sammelte sie Markgraf in ein Drittel Höhe des Südhanges des Gebel Maisâra (1 fast vollständiger Zahn und 6 Sockel) und ich am Gebel Mandische sowohl am Fundorte A (7 Sockel und 2 Kronenstücke) als B (22 Sockel und 2 Kronenstücke) (Stromer 1914, p. 29—31). Die Reste sind also weitaus am häufigsten in den an marinen Wirbeltieren reichen Schichten (7n, Fundort B), kommen aber auch in der tiefsten Schicht 7p vor, die eher eine Süßwasserablagerung ist (Stromer 1914, p. 34, 35). Da sie verhältnismäßig häufig sind, eine Form haben, die auch in Bruchstücken leicht erkennbar und sehr eigenartig ist, und in der tiefsten bis zur höchsten Schicht der Baharîje-Stufe vorkommen, kann man sie als ein Leitfossil für diese bezeichnen.

Meistens fanden sich nur Bruchstücke, besonders sockelförmige Wurzeln mit Resten der Krone, seltener Kronenstücke oder vollständige Zähne. Das rührt davon her, daß besonders die Kronen gewöhnlich von senkrechten und queren Verwitterungsrissen durchzogen sind und deshalb leicht zerbröckeln, im übrigen aber sind die allermeisten Reste vorzüglich erhalten und zeigen keinerlei Abschleifen durch Transport oder Verwitterung vor dem Einbetten an. In Schicht 7n fand sich ein Stück eines großen Rostrums mit drei sehr großen Zähnen zusammen, sowie ein einzelnes Rostrum und Markgraf schrieb mir im Frühjahre 1914, er habe ein Rostrum mit noch daran sitzenden Zahnresten gefunden. Infolge des Weltkrieges konnte er es mir leider nicht mehr senden. Jedenfalls ist erwiesen, daß die Zähne an dem verkalkten Rostrum eines Elasmobranchiers aufsaßen, wie ich (1914, p. 41, 42) schon erwähnte.

### a) Rostralzähne.

Wie die Abbildungen auf Tafel I zeigen, liegen mir Zähne von etwas wechselnder Form und von sehr verschiedener Größe vor. Von den größten habe ich allerdings nur Wurzeln aus der Schicht 7n und dem südlichen Sockelhang des Gebel el Dist (Fig. 4, 5), aber auch einen vollständigen Zahn bei dem großen Rostralstück a. Er ist 100 mm hoch, seine schmelzbedeckte Krone vorn 77, hinten bis zum Widerhaken 37 mm hoch, basal 23 mm lang, 15 dick, seine Wurzel (Sockel) basal 42 mm lang und 23 breit; er steht also in seiner Größe zwischen dem größten abgebildeten Zahn (Fig. 3) und Sockel (Fig. 5). Der kleinste 6 mm hohe Zahn ist in Figur 14 abgebildet und durch vollständige, nur zum Teil abgebildete Übergänge mit den größten verbunden.

Die Zähne sind fast stets in der Längsrichtung zweiseitig symmetrisch, nur der in Figur 17b abgebildete, ein gleicher auch aus Schicht 7n stammender und ein 45 mm hoher aus Schicht 7p infolge seitlicher Krümmung nicht. Schon diese Symmetrie spricht dagegen, daß man es mit Kieferzähnen zu tun habe. Alle haben eine sockelförmige massive Wurzel. Ihre Basalfläche ist gewöhnlich ungefähr rechteckig, etwa zweimal so lang als breit, in der Querrichtung deutlich konkav, in der Längsrichtung aber ganz wenig gewölbt. Wie die Figuren (Fig. 4, 5, 6d, 7a, 17a) zeigen, schwankt das Verhältnis von Länge und Breite sehr, besonders kleine Stücke haben öfters relativ breite Basen. Besonders die Vorderecken sind gewöhnlich gerundet und der Vorderrand, ein wenig auch die Seitenränder konvex, der Hinterrand jedoch häufig etwas konkav. Aber auch er kann konvex sein, z. B. bei Figur 5. Die Ränder erscheinen selten einfach, sondern in der Regel ein wenig bis deutlich gekerbt (Fig. 6d gegenüber Fig. 7a), was mit der Beschaffenheit der Sockelflanken zusammenhängt.

Diese konvergieren nach oben zu stets deutlich. Ihre Breitseiten sind flach, die Vorderseite ist gewöhnlich deutlich gewölbt, die Hinterseite oben ebenfalls, unten aber öfters konkav, d. h. die Rinne der Basalseite setzt sich öfters über den Hinterrand bis auf die Rückseite fort, wo sie verläuft. Die vier seitlichen Kanten des Sockels sind immer mehr oder weniger abgerundet, so daß sein Horizontalschnitt ungefähr längsoval ist. Alle Flanken sind mit schmalen senkrecht zum Unterrand verlaufenden Furchen versehen, zwischen denen gewölbte Rippen von wechselnder Breite sich befinden. Nach oben zu verlaufen die Furchen, die in der Mitte der Sockelhöhe am tiefsten zu sein pflegen; nahe am Unterrande aber schalten sich sekundäre Furchen zwischen sie ein. Sind die Furchen noch am Unterrande deutlich, so ergibt sich dessen obenerwähnte Kerbung.

Oben geht der Sockel zwar in seiner ganzen Ausdehnung in die Krone über, aber die Grenze ist stets deutlich, da die Krone nach oben zu sich weniger rasch verjüngt als er und da sie von Schmelz bedeckt ist. Die untere Schmelzgrenze ist immer ein wenig bis etwas nach vorne geneigt und an den Breitseiten manchmal etwas nach oben konvex, z. B. Figur 6c. Die Krone ist schlank und gewöhnlich zweieinhalb- bis dreimal so hoch als der Sockel, bei kleineren Zähnen öfters aber auch niederer, selten kaum eineinhalbmal so hoch als er, z. B. Figur 7, 16, 17. Sie ist wie der Sockel seitlich etwas abgeplattet, hier etwas, vorn und hinten aber stark gewölbt, so daß der Horizontalschnitt ungefähr längsoval ist (Fig. 12), wobei sein Verhältnis von Länge zu Breite etwa wie 2 : 1 ist. Die Krone ist stets ein wenig rückgeneigt und ein wenig bis etwas rückgebogen, unter den ganz kleinen Zähnen kommen aber auch gerade und dann stärker rückgeneigte vor, z. B.

Figur 8 und 10. Wie schon oben erwähnt, gibt es als Ausnahmen auch seitlich gekrümmte, also unsymmetrische Kronen (Fig. 17b). Gegen die scharfe Spitze laufen die Kronen sehr allmählich, nur zuletzt deutlicher zu, und gewöhnlich ist die Spitze nicht so rückgeneigt wie der untere Teil der Krone, z. B. Figur 3 und 20 gegen Figur 6c.

Der Schmelz ist in der Hauptsache ganz glatt außer an den stark konvexen Teilen des Vorder- und Hinterrandes. An ersterem beginnt stets unten ganz schwach eine mittlere Schmelzleiste, die allmählich so stark wird, daß der dünner werdende Vorderrand etwa von der Mitte der Höhe an bis zur Endspitze als zugeschärft oder scharfkantig zu bezeichnen ist (Fig. 6a). Nur bei einem kleinen Zahn, dem die daneben gewöhnlich vorhandenen Schmelzleistchen fehlen, ist diese Mediankante schon unten verhältnismäßig stark. Nahe über der unteren Schmelzgrenze beginnen in der Regel neben der Medianleiste ebenfalls ganz schwache gerade Schmelzleistchen, die nach oben gegen die Mediankante zu etwas konvergieren und bis gegen die Mitte der Kronenhöhe wieder verlaufen. Sie sind in der Regel symmetrisch angeordnet, und zwar jederseits meistens drei, seltener zwei, bei manchen kleinen Stacheln, z. B. Figur 18, 19, sogar nur eine, bei größeren aber ausnahmsweise vier. Manchmal ist die Symmetrie dadurch gestört, daß einerseits vier, andererseits nur drei oder, wie bei Figur 7 und 17, rechts eine, links gar keine Leiste vorhanden ist.

Der Hinterrand ist nur in den unteren zwei Dritteln konvex und hier mit feinen geraden Schmelzleistchen versehen, die neben einem nicht stärkeren medianen zweiseitig symmetrisch angeordnet sind und nach oben zu gegen das mediane Leistchen hin konvergieren (Fig. 6b). Die hintersten beginnen etwas über der unteren Schmelzgrenze, die mehr seitlich gelegenen immer höher oben, ausnahmsweise aber auch alle ein Stück weit über der unteren Schmelzgrenze. Paarige Leistchen sind bei kleinen Zähnen manchmal jederseits nur zwei, bei größeren aber bis etwa zwölf längere und über sechs kürzere vorhanden, z. B. Figur 3. Bei ganz kleinen Zähnen, z. B. Figur 10 und 14, sind sie ausnahmsweise so stark entwickelt, daß sie weit auf die seitlichen Flanken der Krone reichen, im Gegensatz dazu können aber auch sämtliche hinteren Leistchen fehlen, z. B. Figur 7b und 17b.

Im oberen Kronendrittel besitzt der Hinterrand ausnahmslos einen spitzigen Widerhaken und läuft von ihm aus einfach scharfkantig und gerade in die Endspitze aus. Der über dem Widerhaken gelegene Kronenteil, die Spitze, ist also stets vorn und hinten scharfkantig und sein Schmelz völlig glatt.

Manchmal ist unter dem Widerhaken noch ein kleinerer vorhanden, z. B. Figur 8, 9 und 11. Daß es sich dabei um sekundäre Gebilde handelt, geht daraus hervor, daß über und neben diesem unteren Haken der Hinterrand konvex und gewöhnlich mit den feinen Schmelzleistchen bis unter den ständigen Widerhaken versehen bleibt. Ein großer Stachel vom gleichen Fundorte wie das Original zu Figur 11 besitzt sogar schon im unteren Drittel des konvexen Hinterrandes einen kleinen Widerhaken und erst daneben und darüber beginnen die paarigen Schmelzleistchen, während das mediane schon darunter schwach und kurz vorhanden ist. Die obere Kronenhälfte fehlt hier leider. Jedenfalls herrscht also in den Einzelheiten am Hinter- wie am Vorderrande ziemliche Variabilität.

Abnützungsspuren sind an den Zähnen nirgends zu sehen, der Schmelz ist auch an den größten bis an die Spitze und an dem scharfen Widerhaken völlig intakt, außer wo er offenbar infolge von Verwitterung ebenso wie viele Dentinteile abgesprungen ist.

Was die feine Zahnstruktur anlangt, so besteht die sockelförmige Wurzel, wie zu erwarten, aus wirrem Trabekulardentin (Fig. 13). An ihrer Unterfläche sind die Eingänge der großenteils ungefähr senkrecht aufsteigenden, aber gekrümmten Pulpakanäle (= Medullarröhren) höchstens mit der Lupe sichtbar, nur in der tiefsten Mittellinie manchmal einige mit bloßem Auge.

Die Krone aber besteht aus typischem einfachen Pulpadentin mit sehr enger Pulpahöhle, nur in dem Bruchstücke eines kleinen Zahnes fand ich sie noch weit. Wie der über der Kronenmitte angefertigte Horizontalschliff Figur 12 zeigt, ist die Pulpahöhle schon hier außerordentlich eng und im Querschnitte längsoval und die Anwachszonen des Dentins sind ungewöhnlich deutlich. Die feinen Dentinröhrchen strahlen zwar nach allen Seiten aus, aber doch so, daß die Symmetrielinie deutlich hervortritt, indem sie sich besonders im vorderen Kronenteil etwas fiederförmig zu ihr stellen. Sie sind nicht bäumchen- oder büschelförmig angeordnet, sondern sehr gleichmäßig verteilt und sie verästeln sich sehr spitzwinkelig.

Der Schmelz ist dünn, aber wohl entwickelt und sehr scharf abgesetzt, da in dem geschliffenen Stück das Dentin tief braun gefärbt ist, der Schmelz aber nicht oder nur lokal etwas und da er sehr stark doppelbrechend ist, das Dentin nur ganz wenig; aber auch in anderen wenig gefärbten Schliffen ist die Schmelzgrenze ganz scharf. Sowohl die vordere Kante wie die feinen hinteren Leisten werden nur vom Schmelz gebildet (Fig. 12). Er zeigt nicht so regelmäßig wie in der etwas schematisierten Zeichnung, aber doch vielfach feine Linien senkrecht zur Oberfläche, lokal auch gleichverlaufende Risse. Dies erschwert die Entscheidung, ob die Dentinröhrchen in ihren feinsten Enden sich in den Schmelz fortsetzen oder nicht. Mir scheint es nicht oder nur in geringem Maße der Fall zu sein, denn die feinen Linien gehen bis zur Oberfläche durch, deuten deshalb eher eine prismatische Schmelzstruktur an, und die Dentinröhrchen scheinen größtenteils schon vor der äußersten Dentinschicht zu enden.

Wie aus allem hervorgeht, handelt es sich um echte Zähne, die in fast allen makroskopischen Formelementen Unterschiede unter sich bemerken lassen. Es handelt sich aber nur um Einzelheiten, im wesentlichen besteht Übereinstimmung und es liegt nur eine ziemliche Variabilität vor, denn es sind alle möglichen Übergänge vorhanden. Es läßt sich auch nicht nachweisen, daß bestimmte Formen nur in gewissen Schichten der Baharije-Stufe vorkommen, allerdings vor allem deshalb, weil gute Reste in größerer Zahl nur aus der Schicht 7n vorliegen. Erwähnenswert ist aber doch, daß die Variabilität bei den kleinsten Zähnen am größten ist, denn hier kommen die breitesten Sockel, besonders niedere oder ganz gerade Kronen, ungewöhnlich starke Entwicklung bis Fehlen der hinteren Schmelzleisten, ebenso auch sehr geringe Zahl oder Fehlen der paarigen vorderen Schmelzleisten vor. In der größeren Konstanz sowie in der guten Entwicklung und in der großen Zahl der Schmelzleisten zeichnen sich also die großen Zähne vor den kleinen und winzigen aus und nehmen so doch eine gewisse Sonderstellung ein.

## b) Rostren.

Das Rostralstück a (Fig. 2 hinten), das sich mit dem auf Seite 4 erwähnten größten Zahne und zwei nachträglich leider zerfallenen großen Sockeln zusammen fand, ist auf einer Flachseite und an einem Seitenrande ganz schlecht erhalten, etwas verdrückt und an

beiden Enden unvollständig. Es ist nur 260 mm lang, 140 breit erhalten und im Seitenteil 19 dick. Rechnet man von seiner Mittellinie aus, so war es ursprünglich etwa 150 mm breit. Wie das Pristiden-Rostrum besteht es aus gut verkalktem Knorpel und wie dort ist eine dünne Deckschicht verkalkter Längsfasern vorhanden, darunter prismatische Verkalkung. Im hinteren Teile fehlt die Deckschicht, daher sieht man an der Oberfläche sehr deutlich die äußeren Prismenenden. Sie sind unregelmäßig kreisförmig oder oval und durch zahlreiche Zacken miteinander verbunden.

Am hinteren etwas verdrückten Ende ist in dem mittleren Teile ein quer verlaufender freier Rand von mindestens 50 mm Länge und 20 Höhe erhalten. Seine Rückseite steht senkrecht zur Fläche des Rostrums, die Oberkante ist etwas gerundet und der ganze Rand schwach nach vorn konvex. Es dürfte der Vorderrand der Präfrontallücke sein, die allerdings bei Pristidae wie bei Pristiophorus deutlich längsoval ist, so daß ihr Vorderrand stark nach vorn konvex ist. Darnach handelt es sich um das hinterste Rostralstück und um dessen Oberseite. Sie scheint im wesentlichen ganz flach zu sein, speziell ihr mittlerer Teil, der etwa 65 mm breit ist. Er wird jederseits von einer 18 mm breiten Längsrinne begrenzt, die etwa 70 mm vor dem erwähnten Querrande ganz seicht beginnt und ungefähr 140 mm vor ihm bis 5 mm tief wird. Ihre Ränder sind nur mäßig steil und oben gerundet. Wo die Rinne tiefer geworden ist, wird ihr Boden durch eine konvexe Längsleiste zweigeteilt, die allmählich bis 5 mm breit und bis 1,5 mm hoch wird.

Der jederseits neben dieser Rinne liegende Seitenteil der Oberfläche ist etwa 25 mm breit und ganz flach gewölbt. Der Seitenrand, von dem nur ein Stück mäßig gut erhalten ist, scheint ungefähr senkrecht zu der Oberfläche zu stehen und läßt etwa 140 mm vom hinteren Querrande an drei längsovale undeutliche Narben erkennen, von denen die erste mindestens 35, die zweite 30, die dritte 28 mm lang ist. Im Innern scheint in dem vorn leider sehr stark zerbrochenen Mittelteil ein ziemlich großer Hohlraum vorhanden gewesen zu sein, die Seitenteile aber sind, soweit erkennbar, massiv verkalkt.

Viel besser und vollständiger ist das kleinere Rostrum b erhalten, das einem mehr distal gelegenen Teil entspricht (Fig. 1a, b und 2 Mitte und vorn). Es gehört hinten zu ihm ein fast 130 mm langes Stück, das nur in der etwas schematisierten Ergänzung mit abgebildet ist, da seine alte vordere Bruchfläche sich nicht an die hintere des längeren Stückes anschließt. Mit diesem war das Rostralstück etwa 520 mm lang, wobei noch das fehlende, wohl nur kurze Distalende dazu zu rechnen ist.

Es verschmälert sich ganz gleichmäßig von 98 auf 38 mm und seine mittlere Dicke nimmt ebenso von 23 auf 16 mm ab. An der oberen Fläche (Fig. 2) ist der Mittelteil flach und nimmt von 43 auf 12 mm Breite ab, die flache Rinne jederseits von ihm von 17 auf 7 mm Breite und jeder Seitenteil von 9 auf 6. Wie am Rostralstück a ist der Boden jeder Rinne durch eine Längsleiste zweigeteilt, nur ist die Rinne wie die konvexe Leiste flacher als dort. Die besser erhaltene untere Fläche (Fig. 1a) verhält sich im wesentlichen ebenso, nur sind die Rinnen einfach. Der flache Mittelteil verschmälert sich hier von 42 mm auf 10, die einfach konkave etwa 2 mm tiefe Rinne jederseits von 14 auf 8 und der flache Seitenteil von 12 auf 6. In den Rinnen sind keine größeren Poren vorhanden, auf dem Seitenteil aber laufen unregelmäßige Querfurchen dem Rande zu, die den Eindruck von Gefäßeindrücken machen.

Die stumpfen Seitenränder (Fig. 1b), die senkrecht zu den beschriebenen Flächen stehen, sind mit längsovalen Narben besetzt, die sich ungefähr opponiert sind. Sie sind schwach längskonkav und quer konvex, ihr Vorder- und Hinterrand ist ein wenig erhöht, die oberen und unteren Ränder sind rechtwinkelig, während die dazwischen liegenden Randteile flach längskonkav und meistens ganz wenig querkonkav sind und gerundete Ober- und Unterkanten haben. Der ganze Seitenrand macht bei Lupenvergrößerung überall einen porösen Eindruck, besonders zwischen den Narben zeigt er auch unregelmäßige Furchen.

Es sind jederseits sieben Narben mit Sicherheit zu erkennen. Auf ein anscheinend narbenfreies Stück von 57 mm Länge folgt die erste von 45 bezüglich 47 mm Länge.[1]) Die nächste Lücke beträgt schätzungsweise 48 mm, die zweite Narbe mißt 45 bzw. 47 mm, der Abstand zur dritten 24 bzw. 26 mm, diese 42 bzw. 50, der Abstand zur vierten 24 bzw. 18, diese 41 bzw. 42 mm, dann folgt nach 15 bzw. 8 mm die fünfte 37 bzw. 41 mm lange Narbe, nach 34 bzw. 37 mm die sechste 44 bzw. 43 mm lange, endlich nach 22 bzw. 12 mm Abstand die siebente 31 bzw. 30 mm lange. Sie mag die vorderste sein, denn es ist kaum anzunehmen, daß am Vorderende des Stückes viel fehlt.

Die Narben sowohl wie insbesondere ihre Abstände sind also verschieden lang und links und rechts nicht gleich. Daher nehmen die Narben distalwärts zwar mit der Dicke des Seitenrandes allmählich an Breite und im allgemeinen auch an Länge ab, letzteres aber nicht gleichmäßig und deshalb sind sie sich auch nicht genau opponiert.

Was die Kanäle im Innern des Rostrums anlangt, so ist zu erwägen, daß an einem fossilen Stück unverkalkte Knorpelteile von ursprünglichen Kanälen nicht zu unterscheiden sind. Das vorliegende Rostrum ist auch im Innern sehr vollständig verkalkt. Ein wohl sicher durchgehender Mediankanal ist leider nur an den distalen Teilen einwandfrei nachzuweisen; er ist am Querbruche zwischen der fünften und sechsten Narbe queroval, nämlich 15 mm breit und 12 hoch. Außerdem ist jederseits unter dem Außenrand jeder Längsrinne nur noch ein paariger Längskanal sicher vorhanden. Sein Querschnitt ist am hintersten Ende eiförmig mit dem breiteren Ende nach außen 12 mm breit, 6 hoch, am genannten Querbruche aber queroval und nur 8 mm breit, aber noch 5 hoch. Auch am vordersten erhaltenen Ende sind diese drei Längskanäle noch zu erkennen.

### c) Anordnung der Zähne am Rostrum.

Das Rostrum hat also im Innern denselben Bau wie das von Pristis Latham nach Hoffmann (1912, p. 332—333, Taf. 18, Fig. 39), in seinem Äußern speziell in seinen seitlichen Narben gleicht es aber am meisten demjenigen von Propristis Dames (1884, p. 136, Taf. 3, Fig. 1; Stromer 1905, p. 53—55, Taf. 6, Fig. 17; E. Fraas 1907, p. 1ff., Taf. 1). Wie bei letzterem saßen die Zähne offenbar den seitlichen Narben mit ihrer Wurzelbasis auf und in der Tat passen die großen Zahnsockel vollkommen auf die entsprechend großen Narben. Die großen Zähne saßen also dem Rostrum in der in Figur 2 etwas schematisch skizzierten Weise so an, daß sie seitlich wagrecht herausragten. Ihre Wurzel steckte bis zur Schmelzgrenze, die ja entsprechend der allmählichen Verschmälerung des Rostrums ein wenig nach vorn geneigt ist, in der Haut. Die Furchen ihrer Flanken mögen stärkeren queren Bindegewebszügen entsprechen, die von den Rändern der Narben zum oberen

---

[1]) Die zweite Zahl bezieht sich auf den in Figur 1b abgebildeten rechten Rand, die erste auf den linken.

Teil der Sockel verliefen, um die Zähne gut zu befestigen. Die schmelzbedeckte Krone ragte frei heraus und war ein wenig nach hinten gerichtet und auch ein wenig rückgebogen. Wie die Narben mußten die Zähne ungefähr sich opponiert sein, in ungleichen Abständen sich folgen und im allgemeinen nach vorn zu an Größe abnehmen. In ihren hinteren Widerhaken gleichen sie ganz jungen Zähnen von Oxypristis cuspidatus Latham sp. (Engel 1909, Fig. A p. 63 und B p. 68), sie weichen aber in ihrer Struktur von denjenigen der Pristidae ab und gleichen darin den Sägezähnen von Pristiophorus Müller und Henle nach Jäkel (1890, p. 93 ff., Taf. 2, Fig. 4), die wie sie nur im subkutanen Bindegewebe befestigt sind und durch seitliche Zähne ersetzt werden (Hoffmann 1912, p. 306—308).

Die kleinen Zähne dürften deshalb nicht nur Rostren kleiner, d. h. junger Individuen angehört haben, sondern zum Teil Ersatzzähne junger Tiere wie bei Pristiophorus sein, vielleicht aber wie dort zwischen den großen eingeschaltete seitliche Zähne sowie vor allem hinten gegen die Kopfseiten zu Übergangsformen zu kleinen gewöhnlichen Hautzähnen (Hoffmann 1912, Taf. 15, Fig. 18, 19). Schließlich halte ich nicht für unwahrscheinlich, daß zwei Längsreihen kleiner Hautzähne auf der Ventralfläche des Rostrums wie bei Pristiophorus vorhanden waren. Alle diese waren nur im subkutanen Bindegewebe befestigt, hinterließen also keine Spuren am Rostrum. Für diese Deutung spricht hauptsächlich die auf Seite 6 erwähnte größere Variabilität der kleinen und kleinsten Zähne, gegen sie kann man nur einwenden, daß ihre Sockelbasis wie bei den großen Zähnen eine Längsrinne darstellt, was für gleichen Ansatz auf einer entsprechend quergewölbten Narbe spricht.

### d) Systematische Beziehungen.

Da Chagrin nicht gefunden und die Zugehörigkeit weiterer Teile insbesondere von Wirbelkörpern und Rachenzähnen aus der Baharîje-Stufe nicht ohne weiteres sicher erwiesen werden kann, so will ich zunächst nur die zusammengehörigen Rostralzähne und Rostren mit anderen Formen vergleichen. Schon 1914 (p. 25—28, 41—42) habe ich diese Reste als Gigantichtys numidus Haug bezeichnet. In der Tat lassen die Sockelreste von Djoua südlich von Tunesien, die Haug (1905, p. 821—822, Taf. 17, Fig. 9—13) aus gleichalterigen Schichten von sehr ähnlicher Facies (Stromer 1914, p. 41) beschrieb und abbildete, keine Unterschiede von kleineren und mittleren Rostralzähnen aus Baharîje erkennen. Haug (l. c.) sagte zwar, daß kein Schmelz erhalten sei, bemerkte aber ganz richtig, daß er an den Kronenresten vorhanden war, und daß seine Untergrenze schräg verlaufe, wie es seine Figur 9 und 11 auch sehr deutlich zeigen. Es liegt also kein Grund vor, an der Zugehörigkeit unserer Reste zu der Haugschen Art zu zweifeln, wenn auch in Djoua keine so großen Zähne sich fanden wie in Baharîje.

Haug (l. c.) hob nun selbst deutliche Unterschiede von dem senonen Gigantichthys pharao Dames (1887, p. 69—72, zwei Textfig. und p. 137) hervor, die ihn zur Abtrennung seiner neuen Art veranlaßten. Die wichtigsten scheinen mir zu sein, daß bei jenem der Schmelz auf den Kronenteil oberhalb der Widerhaken beschränkt ist, so daß der Sockel bis zu diesen hinauf reicht, daß die untere Schmelzgrenze nach oben sehr hochkonvex verläuft und daß auch am Vorderrande ein Widerhaken vorhanden ist, wobei ich vorn und hinten umgekehrt wie Dames gebrauche, indem ich die schräge Kronenkante als vordere ansehe, die konvexe als hintere. Daß der Sockel bei Gigantichthys pharao hinten eine

tiefe Furche besitzt und daß die Rillen seiner Flanken den Rand der Basis zackig erscheinen lassen, halte ich für unwichtig; denn meine Reste zeigen, daß die Furche bald gut entwickelt ist, bald fehlt und daß der Basalrand bald fast gar nicht, bald deutlich durch die Rillen gekerbt ist. Ebenso ist unwesentlich, daß die Zähne kaum rückgebogen oder rückgeneigt sind, da dies bei den oben beschriebenen Zähnen in wechselndem Maße der Fall ist.

Dames' Originale, drei unvollständige, aber sich ergänzende Zähne nebst wenigen Zahnstücken (Fig. 23) sammelte Schweinfurth mit Tissotia und Austern zusammen bei Gise im Kreiderhombus von Abu Roasch in der Schicht $\delta$ an der Lokalität L. Diese liegt nach Dacqué (1903, p. 342 [Textfigur] und p. 388), der allerdings Gigantichthys pharao nicht erwähnte, im Südwestecke des Rhombus und gehört dem Untersenon (Santonien) an. Beadnell (1902, p. 29 und 38) zählte aber die Art als eine im Obersenon oder Danien von Abu Roasch gefundene auf. Da jedoch Dames ausdrücklich ihr Zusammenvorkommen mit dem charakteristischen Ammoniten Tissotia angab, dürfte Dacqués Altersangabe der Fundschicht zutreffen. Einen Zahn, der in Größe und Form vollständig mit den Originalen von Dames übereinstimmt,[1]) außer daß die Schmelzgrenze nicht so stark nach oben konvex ist (Fig. 21a, b), nebst einem kleineren Sockel (Fig. 22) brachte 1914 Dr. Lebling aus dem Untersenon der Störungszone nordwestlich von Ain el Häß im südlichen Teile des Baharije-Kessels mit, Gigantichthys pharao ist also in der Nachbarschaft von Gigantichthys numidus in jüngeren Kreideschichten nachgewiesen.

Der kleinere Zahn, dessen Basis 20,5 mm lang und 14,5 breit ist, der also nur etwa zwei Drittel der Größe des abgebildeten erreichte, ist in einer Höhe von 32 mm, demnach ungefähr in seiner Mitte, splitterig abgebrochen. Hier angefertigte Dünnschliffe zeigen, daß typisches regelmäßiges Trabekulardentin, d. h. mit parallel aufsteigenden Pulpakanälen, von denen ein dichtes Netz reich verzweigter Dentinröhrchen ausgeht, vorhanden ist. Die angeschliffene wagrechte Fläche zeigt genau wie ein Bruchstück von Abu Roasch (Fig. 23) und wie das Original von Dames' Figur 2 auf dem Querbruche unmittelbar unter dem schmelzbedeckten Teile die Querschnitte der Pulpakanäle und die polyedrische Begrenzung des jedem Kanal zugehörigen Dentins ebenso wie bei Rostralzähnen von Pristis (z. B. Engel 1909, Taf. 3, Fig. 5) und ganz abweichend von Gigantichthys numidus. Das senkrecht in seiner Mitte gespaltene Zahnstück des Gigantichthys pharao von Baharîje (Fig. 22), dessen Pulpakanäle mit weißer Masse ausgefüllt sind (in den Abbildungen Fig. 22 und 23 ist umgekehrt das Dentin hell gehalten), läßt mit der Lupe ferner erkennen, daß es sich nicht um ganz getrennt, parallel aufsteigende Kanäle handelt, sondern daß zahlreiche Querverbindungen vorhanden sind, und daß im untersten Teile des Sockels diese so überwiegen, daß hier wirres Trabekulardentin vorliegt. Hier angefertigte Dünnschliffe lassen eine Menge senkrecht verlaufender Fasern erkennen, wohl Bindegewebe, wie es Engel (1909, p. 67) auch bei Pristis fand. Die Struktur der schmelzbedeckten Spitze konnte ich leider nicht untersuchen.

Woods erwähnte schließlich Zähne von Gigantichthys aus der oberen Kreide (weißer Kalkstein) von Kumberi bei Amar im Muribezirk Nordnigeriens (in Falconer 1911, p. 272). Da eine Beschreibung und Abbildung fehlt, läßt sich seine Angabe nicht beurteilen.

---

[1]) Durch die Güte Hrn. Geheimrat v. Brancas konnte ich die Originale von Dames direkt vergleichen.

Dames (l. c.), der die Struktur zu untersuchen versäumte, hatte die Zähne von Gigantichthys pharao in die Nähe von Enchodus zu den Trichiuridae gestellt, Woodward (1901, p. 612) aber wies ihnen vorsichtigerweise eine ganz unsichere Stellung zu. Eastman (1904, p. 299) jedoch erkannte ihre Zugehörigkeit zu Onchosaurus P. Gervais und vermutete, daß auch Ischyrhiza Leidy verwandt sei, welch letztere Woodward (1901, p. 45, 46) bei den Elopidae mit aufgezählt hatte. P. Gervais (1852, p. 262, Taf. 59, Fig. 26 und 1859, p. 463, Taf. 26, Fig. 26, 26a) nun hatte einen Zahn aus der Zone der Belemnitella mucronata des Senon von Meudon bei Paris als Onchosaurus radicalis, also als Reptilzahn beschrieben (Fig. 24a, b); E. Priem (1908, p. 61, 62, Fig. 24) beschrieb neuerdings einen gleichen aus dem Untersenon von Chemillé (Dép. Indre et Loire) unter zustimmender Erwähnung der Ansicht Eastmans, der die Form für einen Vorläufer der Esocidae hielt.

Die erwähnten Zähne aus dem marinen Senon Frankreichs, Onchosaurus radicalis P. Gervais (Fig. 24), gleichen nun in der Tat im wesentlichen den gleichalterigen marinen Gigantichthys pharao Dames (Fig. 21), jedoch sind statt der zwei Widerhaken ganz abgerundete Ecken vorhanden, die Schmelzgrenze ist wenig oder fast gar nicht nach oben konvex, der untere Teil des Sockelhinterrandes ist mehr nach hinten konvex und der Vorderrand der Basis nicht konkav. Bei der Variabilität solcher Hautzähne kann ich wie Eastman und Priem höchstens spezifische Unterschiede darin sehen. Nach der Priorität muß also die Gattung Onchosaurus P. Gervais (= Titanichthys Dames 1887 = Gigantichthys Dames 1887) heißen und es gehören zu ihr nur radicalis P. Gervais und pharao Dames, die nur in dem marinen Senon Frankreichs und Ägyptens, vielleicht auch Nordnigeriens, in wenigen stattlichen Zähnen vertreten sind, deren Struktur noch nicht völlig bekannt ist. Figur 27 in Gervais (l. c.) dürfte nicht dazu gehören, und was die nordamerikanische Ischyrhiza anlangt, so scheint deren geologisches Alter unsicher, die Struktur unbekannt und der basale Teil unvollständig erhalten zu sein, so daß diese Form am besten aus dem Spiel bleibt, bis sie sorgfältiger untersucht ist.

Eine schwierige Frage ist nun, ob der senone Onchosaurus mit unserem untercenomanen Gigantichthys numidus Haug in verwandtschaftlicher Verbindung steht. Im wesentlichen, nämlich in der zweiseitig symmetrischen Gesamtform, daß die Krone über den Widerhaken vorn und hinten scharfkantig und mit glattem Schmelz bedeckt ist, daß der Sockel im unteren Teile senkrechte Rillen zeigt und basal rechteckig und längskonkav ist, besteht Übereinstimmung. Haugs generische Benennung erscheint also nicht unbegründet, und jetzt dürfen wir auch in den Zähnen von Onchosaurus Rostralzähne sehen, nicht Zähne von Teleostiern oder gar von Reptilien. Trotzdem muß nach den Prioritätsregeln der irreführende Name Onchosaurus statt Gigantichthys angewandt werden.

Das Vorhandensein oder Fehlen von scharfen Widerhaken scheint mir nicht von grundlegender Bedeutung zu sein, denn Onchosaurus pharao hat vorn und hinten scharfe Widerhaken, Gigantichthys nur hinten, vorn höchstens eine gleichmäßige Konvexität des zugeschärften Vorderrandes und Onchosaurus radicalis vorn und hinten nur ein gerundetes stumpfes Eck. Die Beschränkung des Schmelzes auf die Spitze sowie die regelmäßige Struktur des Trabekulardentins bei Onchosaurus dürften aber jedenfalls eine generische Trennung beider auch zeitlich geschiedenen Formen zum mindesten fordern. Da der Name Gigantichthys unter die Synonymie von Onchosaurus fällt, schlage ich für Gigant-

ichthys numidus Haug den neuen Namen **Onchopristis** vor nach *ὄγκος* Widerhaken und *πρίστης* Säge, Sägehai.

Nach Onchosaurus kommt zum Vergleich Sclerorhynchus A. Smith Woodward in Betracht, dessen Original, eine bezahnte Säge, Scl. atavus Woodward (1889, p. 76, Taf. 3, Fig. 1), sowie eine dazugerechnete Säge (Woodward 1889a, p. 449, Textfig.) von Sahel Alma stammt, während weitere Arten auf bezahnte Sägen aus Hajula (= ? Hazhula), die zum Teil mit Rumpfteilen zusammenhängen, von Hay (1903, p. 398—403, Taf. 24, Fig. 1, Taf. 25, Taf. 26, Fig. 1, Taf. 27, Fig. 1) begründet wurden. Auch dieser Fundort mariner Fische liegt im Libanon und ist nach Hay (l. c. p. 396) wohl ein wenig jünger als das cenomane Hakel, er scheint aber doch älter als das senone Sahel Alma zu sein (Blanckenhorn 1914, p. 20 und 25). Leider ist weder die Struktur der Rostren noch der Rostralzähne von Sclerorhynchus bekannt; auch sind letztere nicht groß genug abgebildet. Nach Woodward (l. c.) sind die seitlichen Rostralzähne, die nur locker in der Haut befestigt sind, mit Schmelz versehen und rückgeneigt, und ihre Basis ist gekräuselt und von unten gesehen etwas sternförmig. Die Basis dürfte also wie bei unseren Formen seitlich mit Furchen versehen sein, die den Unterrand etwa wie bei Onchosaurus pharao zackig erscheinen lassen. Aber die Basis ist rund und die platten Kronen sollen vorn und hinten scharfkantig sein und Ecken oder Widerhaken werden nicht erwähnt. Bei Sclerorhynchus salomonis von Hajula, also bei einer im Alter dem Onchopristis nahestehenden Art, sind aber nach Hay (1903, p. 400) die seitlichen, nur bis 3 mm hohen Rostralzähne, die etwas rückgeneigt sind und eine sternförmige Basis haben, im unteren Drittel rund, dann plötzlich verbreitert, so daß eine Art Absatz entsteht, und darüber leicht rückgekrümmt, seitlich ein wenig platt, am konvexen Rand zugeschärft und nur am Distalende schmelzbedeckt. Sie dürften darnach am meisten denjenigen von Onchosaurus radicalis gleichen. Bei anderen Arten ist die Zahnbasis nicht sternförmig, sondern glatt, es scheinen also die Sockelfurchen zu fehlen. Nach allem halte ich für wahrscheinlich, daß Sclerorhynchus unseren zwei Genera in vielem gleicht. Daß er mindestens generisch verschieden ist, dafür spricht, daß die Zahnbasen kreisförmig sind, daß auch die Zähne weniger abgeplattet zu sein scheinen wie bei diesen, daß nichts über ihr direktes Aufsitzen auf seitlichen Narben der Rostren erwähnt wird und daß die Rostren endlich stets ein mehr oder minder langes, nach hinten zu sich verschmälerndes und zahnloses Hinterende besitzen, während wenigstens bei Onchopristis der bezahnte Teil sehr nahe vor der Präfrontallücke zu beginnen scheint und eine gleichmäßige Breitenabnahme vom Hinterende nach vorn stattfindet.

Ließe sich eine Verwandtschaft von Sclerorhynchus mit Onchosaurus und Onchopristis erweisen, so wäre sehr viel gewonnen, denn von ihm kennt man ziemlich vollständige Reste. Jäkel (1891, p. 48) bezweifelte allerdings, daß der zuerst als Squatina crassidens von Woodward (1889, p. 69, Taf. 2) beschriebene Körper von Sahel Alma zu Sclerorhynchus gehöre, wie Woodward (1892) gemeint hatte. Der Körperrest, den Hay (1903, Taf. 26, Fig. 1) bei Sclerorhynchus hiram im Zusammenhange mit dem Rostrum abbildet, scheint mir aber für Woodwards Annahme zu sprechen. Seine darnach ausgeführte Rekonstruktion (1892) und die von Hay (1903) beschriebenen Körperreste von Hajula erlauben nämlich folgende wichtige Feststellungen: Der Körper ist, speziell im Bau seiner großen Brustflossen, im ganzen mehr Pristis ähnlich als Pristiophorus. Das Rostrum wird zuerst in wechselnder Weise breiter, dann im bezahnten Teile in gleichfalls wechselnder Weise nach

vorn zu schmäler, ist im hinteren Teile also dem von Propristis noch am ähnlichsten. Seine randlichen Zähne werden wie bei Onchopristis nach vorn zu kleiner, wie bei Pristiophorus und vielleicht auch bei Onchopristis sind sie nach hinten zu durch kleine Zähne, die sich bis an die Kopfseiten fortsetzen, mit gewöhnlichen Hautzähnen verbunden und wenigstens bei Sclerorhynchus sentus scheinen nach Hay (1903, p. 403) ebenfalls zwei Längsreihen kleiner ähnlicher Zähne an der Ventralseite des Rostrums festgestellt zu sein, was Hoffmann (1912, p. 307) übersah. Die gewöhnlichen, sehr kleinen Hautzähnchen sind teilweise spitzig mit sternförmiger Basis (Woodward 1889, Taf. 2, Fig. 5), teils einfach glatte Höckerchen oder Scheibchen (Woodward 1892, p. 532 u. Hay 1903, p. 400). Die kleinen, gleichartigen, in mehreren Reihen zugleich funktionierenden Rachenzähnchen, deren Struktur unbekannt ist, scheinen Squatina nur etwas ähnlich zu sein. Auf einem niederen Wurzelsockel erhebt sich nämlich eine nur sehr niedere breite Krone. Sie ist spitz, von vorn und hinten abgeplattet, mit großen senkrechten Runzeln und an der Wurzelvorderseite mit einem basalen Fortsatz nach unten zu versehen (Woodward 1889, Taf. 2, Fig. 4; 1892, p. 532, 533). Die Wirbelkörper endlich sind tektispondyl, etwas höher als lang, queroval und an den Seiten wenig eingeschnürt (Woodward 1892, p. 532).

Ähnliche Wirbel und Rachenzähnchen sowie ähnliche Hautzähnchen dürfen wir also vielleicht auch bei Onchosaurus und Onchopristis erwarten. Bei ersterem ist nichts von derartigen Funden bekannt, Haug beschrieb aber (1905, p. 816, 818, Taf. 26, Fig. 2, 5—11) als Platyspondylus Foureaui pristidenähnliche Wirbelkörper vom gleichen Fundorte Djoua seines Gigantichthys numidus und bei der Sorgfalt, mit der in Baharîje, besonders aus Schicht 7n selbst sehr kleine Fossilreste gesammelt wurden, sollte man auch von dort derartige Reste erwarten, da Onchopristis numidus doch eine stattliche und häufig vorkommende Form war.

Sclerorhynchus ähnliche Zähnchen oder auch solche, die denjenigen von Pristiophorus (Jäkel 1890, p. 89 ff., Taf. 2, Fig. 2, 3) oder von Pristis (Jäkel 1894, p. 77, Fig. 9) gleichen, liegen mir aber aus Baharîje nicht vor. Falls Onchopristis eine ähnliche Rachenbezahnung wie diese Formen hatte, mußten seine Zähne sehr klein sein. Deshalb ist ihr Nichtauffinden nicht verwunderlich, denn auch von Pristiophorus und Pristis sind noch nirgends Rachenzähne fossil nachgewiesen worden.

Wirbelkörper von Plagiostomen liegen mir zwar aus der Baharîje-Stufe in ziemlich großer Anzahl von mehreren Fundpunkten und aus verschiedenen Schichten vor. Nur wenige gleichen aber denjenigen von Platyspondylus, die sich vor allem durch ihre Kürze auszeichnen. Leider stehen die Angaben Haugs mit seinen Abbildungen nicht ganz im Einklang. Er sagt nämlich, bei Platyspondylus sei außer dem Doppelkegel nur der Ambitus, bei Pristis antiquorum nicht einmal dieser verkalkt, während nach seinen Querschnittsabbildungen die Wirbel zwischen den Doppelkegeln deutlich konzentrische Schichten und feine Radiallinien zugleich zeigen, also dem tektispondylen Typus Hasses entsprechen. Pristis hat auch nach Hasse (1882, p. 121—125, Taf. 16, Fig. 53—58) im Rumpf tektispondyle Wirbel.

Bei diesen Widersprüchen und da Hasses Ausführungen über die systematische Bedeutung der tektispondylen Wirbelverkalkung schon von Jäkel (1894, p. 50 ff.) wohl mit Recht in Zweifel gezogen wurden, mußten zum mindesten die Wirbel rezenter Pristidae und Pristiophoridae nochmals nachgeprüft werden. Von Pristiphorus konnte ich zwar ein

nicht zu junges Tier zur Untersuchung aus der Stuttgarter Naturaliensammlung erhalten, von Pristis aber leider kein geeignetes, obwohl ich mich an die hiesige, Berliner, Breslauer, Frankfurter, Hamburger, Stuttgarter und Straßburger zoologische Sammlung wandte. Da ohne Nachprüfungen alle Kombinationen über die Zugehörigkeit der fossilen Wirbel völlig unsicher sein müssen, lasse ich diese Reste ganz aus dem Spiele in der Hoffnung, daß später glückliche Funde von zusammengehörigen Resten und rezentes Vergleichsmaterial wissenschaftlich brauchbare Ergebnisse ermöglichen. Ich bemerke deshalb nur, daß im Falle des Nachweises der Zugehörigkeit der Wirbel von Platyspondylus Foureaui zu den Rostralzähnen von Onchopristis numidus der erstgenannte Gattungs- und Artname die Priorität hätte, und beschränke mich hier auf Vergleiche von Rostren und Rostralzähnen.

Hierin haben die Untersuchungen von Engel (1909) und Hoffmann (1912) bezüglich der rezenten Pristidae und von Pristiophorus neuerdings sehr viel geklärt. Da aber der erstgenannte die fossilen Sägezähne völlig ignorierte, letzterer selbst gut bekannte fossile Rostren nicht weiter beachtete, habe ich das von mir früher untersuchte Material aus dem Eozän Ägyptens nochmals nachgeprüft. Es wurde mir durch erneute gütige Überlassung desselben aus der hiesigen, Stuttgarter und Frankfurter paläontologischen Sammlung ermöglicht; außerdem erhielt ich die Originale von Propristis Schweinfurthi Dames aus der Berliner paläontologischen Sammlung zum Vergleich zugesandt. Den Direktoren dieser Sammlungen drücke ich dafür hiemit meinen besten Dank aus, denn das Verleihen von Originalstücken erweist eine besondere Liberalität.

Pristis ingens Stromer (1905, p. 48, Taf. 6, Fig. 5, 6) aus der obereozänen Qasr-es-Sagha-Stufe ist nach erneuter Prüfung sicher ein echter Pristis nach der Definition Hoffmanns (1912, p. 334). Entsprechend dicke Rostralstacheln mit gefurchtem Hinterrande sind auch schon in der Birket-el-Qerun-Stufe und ähnliche in der mitteleozänen unteren Mokattam-Stufe Ägyptens von mir nachgewiesen (1905, p. 48, 49, Taf. 6, Fig. 7, 8 und 9. 10). Auch Pristis Lathami Galeotti im Mitteleozän Belgiens scheint, nach seinen Rostralzähnen zu schließen, ein echter Pristis zu sein. Diese Gattung ist also im Mittel- und Obereozän schon in typischen und zum Teil sehr großen Formen nachgewiesen.

Pristis fajumensis Stromer (1905, p. 49, Taf. 6, Fig. 1—3) aus der Qasr-es-Sagha-Stufe, zu dem auch die von Dames (1883) zu Propristis gerechneten Rostralstacheln aus der Birket-el-Qerun-Stufe und ein von Priem (1897) zu diesem gestelltes Rostralstück von ebendaher gehören, ist dagegen sicher ein Oxypristis Hoffmann. Denn sein Rostrum hat außer dem Mediankanal, der nach vorn zu bald endigt, zweifellos jederseits noch zwei Kanäle mit eigener verkalkter Wand, einen mit querovalem und daneben einen mit kleinerem kreisförmigen Querschnitte. Schon Priem (1897, p. 230, Fig. 2) hat es richtig dargestellt, und ich habe es für den seitlichen Kanal noch ausdrücklich erwähnt (1905, p. 50). Bei beiden paarigen Kanälen ist im Querschnitte in einem Ringe deutlich prismatisch verkalkten Knorpels ein Ring dichter verkalkten Knorpels und darin die Gesteinsausfüllung des Kanales klar zu sehen. Letztere ist allerdings bei dem seitlichen Kanale nicht so regelmäßig gestaltet wie bei dem inneren, was auf Schrumpfung unverkalkter Gewebe hinweist. An dem Querschnitte eines Rostrums eines rezenten Pristis besteht die Wand des paarigen Längskanales genau ebenso aus einer äußeren deutlich prismatischen und einer inneren dicht verkalkten Schicht, welch letztere Hoffmann (1912, p. 260, 261) nicht erwähnte.

Die Zahnalveolen von Oxypristis fajumensis sind verhältnismäßig seicht (Priem 1897,

Fig. 1 und Stromer 1905, Taf. 6, Fig. 4) und die Rostralzähne sind dorsoventral stark abgeplattet und vorn wie hinten mit gerundeten Rändern versehen. Abgesehen davon also, daß ein hinterer unbezahnter Sägeabschnitt hier nicht nachgewiesen ist (Stromer 1905, p. 51) läßt sich kein wesentlicher Unterschied vom rezenten Oxypristis cuspidatus Latham finden. Nach vereinzelten Rostralstacheln zu schließen, ist Oxypristis aber nicht nur in der Qasr-es-Sagha-Stufe, sondern wie Pristis auch in der Birket-el-Qerun- und unteren Mokattam-Stufe Ägyptens, also schon im Mitteleozän, vertreten.

Nur aus dem Obereozän Ägyptens, der Qasr-es-Sagha- und Birket-el-Qerun-Stufe, bekannt ist endlich Propristis Dames in einer Art Schweinfurthi Dames. Wie ein glücklicher Fund nachzuweisen gestattete (E. Fraas 1907), gehört dazu der lange, unbezahnte Rostralteil, auf den ich Eopristis Reinachi begründet hatte (1905, p. 52, 53, Taf. 6, Fig. 15) und auch die Amblypristis cheops Dames genannten Rostralzähne. Seine Säge weicht in vielem von derjenigen der anderen Pristidae ab. Sie ist sehr lang, verschmälert sich nach vorn zu nur äußerst wenig und endet ganz stumpf. Ihre Seitenränder sind zuerst gerundet, dann durch eine Längsleiste verbreitert (Stromer 1905, Taf. 6, Fig. 15) und erst im vorderen Drittel mit Narben für die Zähne besetzt, die sehr denjenigen von Onchopristis gleichen, sich aber ohne Abstände folgen (Stromer 1905, Taf. 6, Fig. 17, E. Fraas 1907, Taf. 1). Im Innern sind außer dem Mediankanal jederseits zwei Kanäle mit eigener verkalkter Wand wie bei Oxypristis vorhanden. Meine Abbildungen (1905, Taf. 6, Fig. 15a und 17a) lassen dies unzweifelhaft erkennen, nur ist der mit Gestein erfüllte seitliche Hohlraum, der l. c. in Figur 17a schwarz gezeichnet wurde, schematisiert. Tatsächlich ist er unregelmäßig, entspricht also wohl nur einer Schrumpfung unverkalkten Knorpels, keinem ursprünglichen Kanal, letzterer ist aber seitlich davon vorhanden. Dames (1883, p. 136, Taf. 3, Fig. 1) hat nur Stücke des seitlichen Rostralteiles gehabt, die breiter als bei meinem Originale sind. An ihnen läßt sich der seitliche Längskanal sehr gut sehen, wie ich an seinen mir gütigst übersandten Originalen nachprüfen konnte. Er ist aber größtenteils mit anscheinend dicht verkalktem Knorpel ausgefüllt, wie es auch bei den Originalen zu meinen Figuren (1905) der Fall ist.

Die Rostralzähne sind stets niedrig, lang und stark dorsoventral abgeplattet, an der Basis wie bei Onchopristis konkav, am Vorderrande stumpf, am Hinterrande scharf, die Ober- und Unterseite ist deutlich gerieft und mit Anwachsstreifen versehen. Das Ende ist stets sehr stark abgenutzt und dadurch zugeschärft und auf der Ober- wie auf der Unterfläche mit scharfen geraden Kritzern versehen (Stromer 1903, Taf. 1, Fig. 1—3; 1905, Taf. 6, Fig. 11 bis 14; Fraas 1907, Taf. 1, Fig. 1), die von vorn innen nach hinten außen verlaufen, wie ich sie an abgenutzten Pristis- und Oxypristiszähnen nachgewiesen habe (1905, p. 47). Im Gegensatz zu diesen bestehen sie aber aus ganz wirrem Trabekulardentin (Stromer 1903, p. 36—38, Taf. 1, Fig. 4, 5), nicht aus regelmäßigem. Ein bezahntes Rostralstück aus der Birket-el-Qerun-Stufe, das neuerdings in die Münchener paläontologische Sammlung kam, zeigt diese Rostralzähne so abgenutzt, daß nur noch ihre scharfe Schneide aus der Haut ragt, welche mit ihrem wie bei Pristis beschaffenen Pflaster niederer, platter, hemdknopfförmiger Plakoidschüppchen (Stromer 1905, Taf. 6, Fig. 17b)[1]) die Oberfläche des Rostrums wie den

[1]) Den Bau und die Struktur des Plakoidpflasters von Pristis beschrieb Williamson (1849, p. 467 Anm., Taf. 43, Fig. 43).

skulpturierten Teil der Rostralzähne unmittelbar überkleidet. Letztere stecken also nur in der Haut, nicht in verkalktem Knorpel, sitzen aber mit ihrer Basis den Narben des Rostrums unmittelbar auf.

Anderwärts im Tertiär nachgewiesene Reste von Pristidae bieten nichts Erwähnenswertes gegenüber den rezenten und den fossilen Ägyptens. Hier sind also die zwei rezenten Genera Pristis und Oxypristis und ein aberrantes fossiles, Propristis, schon im Eozän scharf getrennt vorhanden.

Die Pristiophoridae sind fossil nur im Tertiär und leider nur in einzelnen Rostralzähnen bekannt, wie sie Jäkel (1890, p. 116 ff., Taf. 3 und 1891) beschrieben hat. Erwähnenswert ist davon nur Pristiophorus ensifer Davis sp., dessen Reste aus Kalkschichten der wohl mitteltertiären Amuri-Stufe von Le Aute in Neuseeland stammen, denn ihr Vorder- und Hinterrand ist gezähnelt. Hoffmann (1912, p. 307) verweist mit Recht darauf, daß zwar Pristiophorus einfache Zahnränder hat, die andere rezente Gattung aber, Pliotrema Regan, gezähnelte Zahnhinterränder.

Jäkel (1891, p. 43) stellte übrigens Sclerorhynchus Woodward zu Pristiophorus. Daß seitdem am Rostrum wenigstens bei Scl. sentus, wie auf Seite 13 erwähnt, zwei Längsreihen ventraler Hautzähne nachgewiesen wurden, wie sie bei Pristiophorus und Pliotrema vorhanden sind (Hoffmann 1912, p. 307) und daß das Rostrum nicht mit einem glatten Plakoidschuppenpanzer bekleidet zu sein scheint, spricht natürlich sehr dafür, daß die oberkretazische Gattung zu den Pristiophoridae gehört, der Körper und speziell die Brustflossen aber nicht. Sie lassen sich eher mit denjenigen von Pristidae vergleichen. Solange die Struktur ihrer Rostralzähne und Wirbel, sowie der Bau ihres Rostrums nicht sorgfältig untersucht sind, wird man aber über Vermutungen nicht hinauskommen, sowohl was die Stellung von Sclerorhynchus betrifft als was das Verhältnis von Pristidae und Pristiophoridae vom paläontologischen Standpunkte aus anlangt.

Die neueren anatomischen Untersuchungen aber führten zu erheblichen Richtigstellungen der Angaben und Ansichten, die Jäkel (1890 und 1894, p. 75 ff.) und ich (1905) über Pristidae und Pristiophorus veröffentlicht hatten. Hoffmann (1912, p. 335 ff.) kam dabei zwar wie Jäkel und andere zu der Ansicht, daß die Pristidae, unter welchen Oxypristis höher spezialisiert sei als Pristis, zu den Rhinoraji gehören und sich von Rhinobatidae ableiten, aber gegen ihn stellte er Pristiophorus weit entfernt von den Spinacidae als eine Art Zwischenform zwischen Haien und Rochen hin, also in die Nähe der Rhinobatidae und damit auch in eine gewisse Nachbarschaft zu den Pristidae. Die Rostralbildungen beider Sägefischfamilien erklärte er aber ausdrücklich als „Erzeugnisse konvergenter Entwicklung" (1912, p. 349), wie es Jäkel (1890, p. 116) und ich (1905, p. 57) auch getan hatten. Nach dem Obigen können wir nun folgende Plagiostomen mit Sägen (bezahnten Rostren) unterscheiden:

1. Pristis Klein 1742, mehrere zum Teil sehr große Arten in warmen und besonders in tropischen Meeren, selten in tropischen Strömen, fossil (Rostren, Rostralzähne und Wirbel) bis Eozän. Rostrum lang, von Basis an allmählich schmäler werdend, sehr gut verkalkt, Ober- und Unterseite flach gewölbt mit je zwei seichten Längsfurchen, Ende stumpf gerundet, Seitenränder dünn mit je 16—32 tiefen Zahnalveolen in regelmäßigen Abständen von weit hinten an, im Innern neben dem Mediankanal jederseits ein Längskanal mit eigener verkalkter Wand. Seitliche Rostralzähne in den Alveolen steckend, in

oder vor der Mitte des Rostrums am weitesten, hinten am wenigsten herausragend, schlank, ziemlich gerade oder wenig rückgebogen, verhältnismäßig dick und hoch, am Vorderrande etwas gerundet, am hinteren ganz stumpf und hier in der Regel mit asymmetrischer Rinne, im herausragenden Teile abgeschliffen mit schrägen Kritzern, Ende spitz, an Basis nachwachsend ohne Zahnwechsel. Zahnstruktur: regelmäßiges Trabekulardentin. Rostralhaut mit glattem Pflaster scheibenförmiger Plakoidschüppchen.

2. Oxypristis Hoffmann 1912, lebend eine stattliche Art im Indischen Ozean, fossil (Rostren, Plakoidschüppchen und Rostralzähne) bis Eozän. Rostrum wie bei Pristis, aber schlanker, erst von Mitte der Länge an schmaler werdend, Zahnalveolen erst ein Stück weit vor der Basis beginnend und seichter als bei Pristis, je zwei Längskanäle mit eigenen verkalkten Wänden neben dem Mediankanal. Je 25—35 seitliche Rostralzähne, nicht sehr hoch, stark abgeplattet, vorn wie hinten stumpfrandig. Befestigung, Wachstum, Abnutzung und Struktur wie bei Pristis, in Jugend aber Basis länger als Krone, deren Spitze mit einem Widerhaken am Hinterrande und im Innern nur mit wenigen Pulpakanälen und außen mit Dentin und Vitrodentindeckschicht. Rostralhaut wie bei Pristis.

3. Propristis Dames 1883, nur eine stattliche Art im fluviomarinen Obereozän Ägyptens (nur Rostren mit Rostralzähnen und Plakoidschüppchen bekannt), Rostrum sehr lang und schlank, an Basis schmaler, dann sich kaum verschmälernd, dorsoventral platt, oben und unten flach mit je zwei seichten Längsfurchen, Ende ganz stumpf. Seitenränder an Basis gerundet, dann durch je eine Längsleiste scharf, im vorderen Drittel ganz stumpf mit jederseits etwa 22 in einer Reihe dichtgestellten längsovalen Narben für die Rostralzähne. Sehr gut verkalkt, im Innern neben dem Mediankanal je zwei Längskanäle mit eigenen verkalkten Wänden. Seitliche Zähne in der Haut den Narben aufsitzend, nieder und verhältnismäßig lang, dorsoventral sehr platt, basal mit Längsrinne, Vorderrand stumpf, hinterer scharf, Flanken mit senkrechten Rillen und queren Anwachsstreifen wie bei Pristis und Oxypristis, herausragender Teil mit stumpfer zugeschärfter Spitze, stark abgenutzt mit Kritzern, kein Zahnwechsel, ständiges Nachwachsen. Struktur: ganz wirres Trabekulardentin. Rostralhaut mit glattem Pflaster scheibenförmiger Plakoidschüppchen.

4. Onchosaurus P. Gervais 1852, nur zwei stattliche Arten in marinem Senon Frankreichs und Ägyptens (nur wenige Rostralzähne). Rostralzähne groß, gerade und schlank. Spitze der Krone dorsoventral platt, vorn und hinten scharfkantig mit Widerhaken oder Eck, Dentinstruktur unbekannt, mit glatter Schmelzdecke. Darunter Krone im Querschnitt längsoval ohne Schmelz, in den Wurzelsockel übergehend mit senkrechten Furchen, aus regelmäßigem Trabekulardentin. Basis längsoval mit Längsrinne, Basalränder gekerbt durch die Furchen der Sockelflanken. Trabekulardentin hier (basal) weniger regelmäßig. Rostrum wohl wie bei Onchopristis.

5. Onchopristis n. g., nur eine stattliche Art im fluviomarinen untersten Cenoman Nordafrikas (nur Rostren und Rostralzähne). Rostrum mittelschlank, nur mäßig lang, von Basis an allmählich deutlich schmaler werdend, dorsoventral platt, oben und unten flach mit je zwei seichten Längsfurchen; Seitenränder ganz stumpf, von Basis an mit je einer Reihe von etwa zwölf längsovalen Narben für die Zähne in etwas ungleichen Abständen, die kleiner als die Narbenlängen sind; Narben nach vorn zu kleiner. Rostrum sehr gut verkalkt mit Mediankanal, der sehr weit nach vorn reicht, und jederseits einem Längskanal mit eigener verkalkter Wand. Rostralzähne sehr klein bis groß, offenbar nur in

der Haut, aber größere den Narben aufsitzend, kleinere vielleicht dazwischen und dahinter bis an Kopfseiten. Wurzel sockelförmig, Basis längsoval mit Längsrinne, am Rand meistens gekerbt durch senkrechte Furchen der Sockelflanken, aus wirrem Trabekulardentin. Krone sehr schlank, wenig bis etwas nach hinten geneigt und meist auch gebogen, spitz zulaufend aus Dentin mit sehr enger Pulpahöhle sowie mit Schmelz. Im oberen Drittel dorsoventral platt, vorn und hinten scharfkantig, hinten stets mit scharfem Widerhaken. Darunter Querschnitt längsoval und der sonst glatte Schmelz fast stets hinten und vorn mit sehr feinen Leistchen verziert. Keine Abnützungsspuren, kein Nachwachsen, wohl Zahnwechsel, wenn auch nur in der Jugend. Kleine Zähnchen vielleicht Übergänge zu sonstigen Hautzähnchen. Rostralhaut unbekannt.

6. Sclerorhynchus A. Smith Woodward 1889, mehrere kleine Arten in der marinen oberen Kreide (Turon und Senon) des Libanon (bezahnte Rostren und Körperreste). Rostrum breit bis schlank, wird von Basis an breiter, dann langsamer schmaler, Ende stumpf. Verkalkt, innerer Bau unbekannt. Jederseits von Kopfseite an Längsreihe nur in der Haut befestigter zahlreicher, ungleich großer Zähne in kleinen Abständen. Zähne hinten am kleinsten, ihre Basis kreisförmig, in der Regel am Rande tief gekerbt. Krone sehr schlank, rückgeneigt oder meist rückgebogen, vorn und hinten scharfkantig, öfters dorsoventral platt, hinten bei einer Art mit Eckchen, Ende spitz. Krone oder nur Kronenspitze mit Schmelz, sonstige Zahnstruktur unbekannt. Übergänge zu kleinen Hautzähnchen vorhanden. Wohl kein Nachwachsen, sondern Zahnersatz. Bei einer Art außerdem zwei Längsreihen unterer kleiner Zähnchen nachgewiesen. Rostralhaut anscheinend mit spitzen Plakoidschüppchen mit sternförmiger Basis.

7. Pristiophorus, Müller und Henle 1837, mehrere kleine Arten im Meer von Australien bis Japan, fossil (nur Rostralzähne und Wirbel) im marinen Mittelmiocän Württembergs. Rostrum mäßig schlank, nach vorn zu deutlich schmaler, dorsoventral platt, oben und unten mit je zwei tiefen Längsfurchen, Ende und Seitenränder stumpf gerundet. Verkalkung ganz schwach, im Innern nur Mediankanal. Ventral in etwa einem Drittel der Länge ein Paar Barteln. Von Kopfseite an jederseits eine Längsreihe zahlreicher, sehr ungleich großer Zähne, nur in der Haut befestigt in unregelmäßigen Abständen, hintere Zähne klein, größte nebst kleinen in und vor Mitte der Länge. Zähne sehr schlank, spitz, meistens schwach rückgebogen, dorsoventral platt, vorn und hinten scharfkantig, ihre Wurzel sehr klein und kegelförmig. Struktur: nur Pulpadentin, an der Krone Schmelz. Keine Abnützungsspuren, Zahnersatz seitlich durch liegende, sich allmählich aufrichtende Zähne. Ventral zwei Längsreihen gleichgroßer kleiner Zähne in größeren regelmäßigen Abständen. Rostralhaut rauh durch Plakoidschüppchen mit herzförmiger oder ovaler, vorn oft gekerbter Krone in Dachziegellagerung.

8. Pliotrema Regan 1906, eine kleine Art im Indischen Ozean bei Südafrika, vielleicht fossil (nur Rostralzähne) im Mitteltertiär Neuseelands. Anscheinend wie Pristiophorus, aber seitliche Rostralzähne am Hinterrande deutlich gekerbt (die fossilen schwächer auch am Vorderrande).

Onchopristis gleicht also in der Verkalkung des Rostrums, im Besitz dreier Kanäle, in der allmählichen Verschmälerung und im Zahnbesatz von weit hinten an Pristis, in der Flachheit der Ober- und Unterseite und vor allem in der Befestigung der Zähne auf Narben aber Propristis. Seine Rostralzähne sind in der Form, Schlankheit, Widerhaken,

Wurzelsockel denjenigen von Onchosaurus, vielleicht auch manchen von Sclerorhynchus und jungen von Oxypristis am ähnlichsten. In der Struktur, d. h. im Besitz einer einfachen Pulpahöhle und Schmelzbedeckung der Krone verhalten sie sich wie bei Pristiophorus, Pliotrema und wohl auch Sclerorhynchus, in dem wirren Trabekulardentin der Wurzel aber wie Propristis und vielleicht auch Sclerorhynchus. Onchosaurus vermittelt in der Struktur, nämlich durch Schmelzbeschränkung auf die Spitze und durch Besitz regelmäßigen Trabekulardentins zwischen Onchopristis- und jungen Oxypristiszähnen.[1])

In einer Anzahl von Merkmalen kann man nun folgende Reihen immer zunehmender Spezialisierung aufstellen: 1. Rostrum: bei Pristiophorus und wohl auch bei Pliotrema kaum verkalkt mit zwei tiefen Längsfurchen und mit nur einem Mediankanal, bei den anderen Gattungen gut verkalkt und mit nur seichten Längsfurchen, bei Onchopristis und Pristis mit drei, bei Propristis und Oxypristis mit fünf Längskanälen. 2. Zahnbefestigung: bei Pristiophorus, Pliotrema und wohl auch Sclerorhynchus nur in der Haut, bei Onchopristis, wahrscheinlich auch bei Onchosaurus, und bei Propristis auf Narben des Rostrums, bei Oxypristis in seichten, bei Pristis in tiefen Alveolen. 3. Zahnanordnung: bei Pristiophorus, Pliotrema und Sclerorhynchus von Kopfseiten an in unregelmäßigen Abständen, auch in zwei Ventralreihen, bei Onchopristis und Onchosaurus vielleicht auch von Kopfseiten an, bei Pristis am Rostrum nur an den Seiten in regelmäßigen Abständen, bei Oxypristis auch in regelmäßigen Abständen, aber nicht am hinteren Rostralteile, bei Propristis nur ganz vorn an den Rostralseitenrändern in dichter Folge. 4. Zahnzahl: bei Pristiophorus, Pliotrema und Sclerorhynchus groß und stark schwankend mit Zahnwechsel, sonst kleiner und konstanter, nur bei Onchopristis vielleicht geringer Zahnwechsel. 5. Zahnstruktur und -form: bei Pristiophorus und wahrscheinlich auch Pliotrema Wurzel sehr klein, Krone schlank, beide aus Pulpadentin, Krone mit Plakoinschmelz, bei Pliotrema Randkerbung daran, bei Onchopristis und vielleicht auch bei Sclerorhynchus Wurzelsockel gut entwickelt aus wirrem Trabekulardentin, Krone schlank, etwas rückgebogen oder rückgeneigt, aus Pulpadentin mit echtem Schmelz und bei Onchopristis hinten mit Widerhaken, bei Onchosaurus dagegen Wurzelsockel in senkrechtstehende Krone übergehend, beide aus regelmäßigem Trabekulardentin, nur Kronenspitze mit Schmelz (innere Struktur unbekannt), hinten und vorn Widerhaken oder Eck. Bei Oxypristis in Jugend Wurzel in senkrechte Krone übergehend aus regelmäßigem Trabekulardentin, an Krone Vitrodentindecke auf Pulpadentin, im Innern Trabekulardentin und hinten Widerhaken, erwachsen jedoch nur Basalteil aus regelmäßigem Trabekulardentin, oben sich abnutzend, unten nachwachsend, mit parallelem Vorder- und Hinterrand, bei Pristis dies von Jugend an der Fall, bei Propristis auch, aber hier Trabekulardentin wirr und Zahn nieder. 6. Rostralhaut: bei Pristiophorus und Pliotrema, anscheinend auch bei Sclerorhynchus rauh, bei Pristis, Oxypristis und Propristis glatt. 7. Auch in den Wirbelkörpern, die bei Pristiophorus sehr wenig, bei Pristis und Oxypristis sehr stark verkalkt sind, und in manchen anderen Organen ließen sich ähnliche Reihen aufstellen.

Diese Reihen entsprechen natürlich nicht einfach stammesgeschichtlichen, sind ja auch nicht gleichartig. Sie zeigen aber doch, wie die vorhergehende Übersicht, klar, daß im Ganzen und Großen Pristiophorus, Pliotrema und vielleicht auch Sclerorhynchus einer-

[1]) Bei den großen Zähnen von Myliobates besteht die Wurzel aus wirrem, die Krone aus regelmäßigem Trabekulardentin, in der ersten Anlage soll aber nur ersteres vorhanden sein.

seits, Onchopristis, Onchosaurus, Pristis, Oxypristis und Propristis andererseits sich nahestehen, was für ihre Verteilung in die zwei Familien Pristiophoridae und Pristidae spricht, von welchen erstere in ihren Sägen viel weniger spezialisiert ist als letztere. Innerhalb dieser Familien stehen sich die Paare Pristiophorus und Pliotrema, Onchopristis und Onchosaurus sowie Pristis und Oxypristis besonders nahe. Der Abstand beider Familien in der Sägeausbildung, speziell in der Bezahnung, endlich scheint durch Sclerorhynchus und Onchopristis wie durch Onchosaurus in vielem überbrückt zu werden. Es ist höchst beachtenswert, daß das gerade die geologisch ältesten Gattungen sind, und spricht sehr für die auf Seite 16 erwähnte Ansicht Hoffmanns, daß die zwei Familien sich nicht so ferne stehen, als Jäkel annahm.

### e) Über den Zweck der Sägen und über deren wahrscheinliche Entstehung.

Vergrößerte Hautzähne, die zu verschiedenen Zwecken, nämlich als Waffen, Wellenbrecher und als Geschlechtsmerkmale dienen, sowie lange Rostren sind bei Haien und Rochen nichts Ungewöhnliches, die Sägen der Sägehaie aber sind etwas so Seltsames, daß sie schon in den alten Raritätenkabinetten fast ständig Aufnahme und Beachtung fanden. Sehr bezeichnend für die große Einseitigkeit der meisten Zoologen des 19. Jahrhunderts ist es aber, daß man über den Gebrauch eines so auffälligen Organes von Wirbeltieren, die in der Gegenwart nicht selten und in allen Sammlungen zu finden sind, keinerlei Beobachtungen gemacht, ja kaum Betrachtungen angestellt hat. Über die Lebensweise der Sägehaie ist bis heute noch sehr wenig Gesichertes bekannt. Alle meine diesbezüglichen Bemühungen waren ohne Erfolg, doch wies auf meine Anregung hin Pappenheim (1905) wenigstens nach, daß Pristiophorus Fische frißt, Pristis Fische und daneben auch Krebse; auch wird vor allem wegen der Kiemenstellung vermutet, daß Pristis und Oxypristis ähnlich wie Rochen Grundbewohner sind, jedoch wegen ihrer Körperform bessere Schwimmer als sie (Dollo 1910, p. 394 mit Anm. 5—7).

Meine Befunde (1903, p. 35; 1905, p. 47 und 55), daß die Sägezähne bei Propristis, Pristis und Oxypristis stark abgenutzt werden und scharfe Kritzer zeigen, die von innen vorn nach hinten außen laufen,[1]) wurden vor allem auch darin, daß sie oben wie unten gleichartig abgenutzt sind, bestätigt (Engel 1909, p. 63, 64 und 93). Bei Pristiophorus wie bei Onchopristis aber fehlen Spuren einer Abnützung und bei Onchosaurus sind wenigstens keine festgestellt. Dies kann mit einem anderen Gebrauch, aber auch nur damit zusammenhängen, daß die Zahnkronen hier eine besonders widerstandsfähige Deckschicht haben und daß die Zähne wenigstens bei den ersteren gewechselt werden, während sie bei Oxypristis zwar in der Jugend eine solche besitzen, aber wie bei Pristis und Propristis nicht gewechselt werden.

Pappenheim (1905) nahm an, daß die Sägen als eine Art Baggerapparat und zum Seihen dienen, um Beutetiere aus dem Meeresboden zu gewinnen. Wie Herr Direktor Lohmann des Hamburger zoologischen Museums auf eine Anfrage hin mir schreibt, sprechen die Barteln an der Unterseite der Säge der Pristiophoriden dafür, daß ein Abtasten des Bodens stattfindet, damit also für die Richtigkeit dieser Annahme. Engel (1910, p. 93)

---

[1]) Bei Propristis (= Amblypristis) wurde von Dames (1883) und mir (1903) hinten und vorn verwechselt, erst der Fund einer Säge mit Zähnen daran klärte darüber auf (Fraas 1907, p. 3).

wies aber bezüglich der Pristidae darauf hin, daß die Sägezähne alle gleichartig und oben wie unten gekritzt seien, was dagegen spricht. Er meinte, daß die Pristidae wie mit einer Säge bald mit der rechten, bald mit der linken Seite den Boden aufreißen, um aufgewühlte Tiere zu erjagen. Wie aber erwiesen ist, besteht die Hauptnahrung der Pristiophoridae und Pristidae aus Fischen, die in der Regel doch nicht im Boden oder höchstens in lockerem weichem Schlamm oder feinem Sande leben. Die Pristiophoridae mögen gerade solchen Bodenbewohnern nachjagen, die scharfen Kritzer der Sägezähne von Pristidae, welche überdies keine Barteln haben, können aber hier nicht entstehen, denn das verhältnismäßig harte Dentin kann solche nur durch Reiben an harten scharfkantigen Körpern erhalten.

Ich glaube deshalb an meiner Ansicht (1905, p. 47) festhalten zu müssen, daß wenigstens die Pristidae sich seitlich drehend mit den Sägen anderen Fischen den Bauch aufreißen und daß die Kritzer dabei durch Reiben an den Rippen und anderen Hartteilen der Beute entstehen. Darin bestärkt mich, daß ich nachträglich in Günther (1886, p. 227) bezüglich der Pristidae angegeben finde, daß sie mit der Säge Tieren, besonders Cephalopoden Fleischstücke herausreißen und den Bauch aufschlitzen sollen, um dann die herausquellenden Weichteile zu verschlingen. Sie verschlingen allerdings nach den Befunden Pappenheims vor allem ganze Fische, und ihr Gebiß, das aus vielen Reihen winziger Zähnchen, ähnlich einer gekörnelten Drahtzange besteht und deshalb glatte Beute festzuhalten geeignet ist, steht damit ganz in Einklang. Natürlich werden die Sägen wohl auch als Waffe benutzt sowohl gegen Feinde als in Eifersuchtskämpfen. Für das Stattfinden von letzteren spricht ja der von mir (1905, p. 45) schon erwähnte Befund Linnés, daß in einer Säge der Zahn einer anderen steckte. Beobachtungen lebender Tiere können in dieser Frage allein sicheren Aufschluß geben, ich kann hier deshalb nur diese Vermutungen äußern und sie durch Wahrscheinlichkeitsgründe stützen.

Ebenso verhält es sich selbstverständlich mit der Deutung morphologischer Einzelheiten und mit der Frage nach der Entstehung der verschiedenen Arten der Sägen. Die Wahrscheinlichkeit spricht nun nach dem auf Seite 19 und 20 Auseinandergesetztem dafür, daß locker in der Haut befestigte Zähne mit häufigem Ersatz die ursprünglichsten sind. Ihre Kronen bestehen aus Dentin mit einfacher Pulpahöhle und mit einem Schmelzüberzug und besitzen Widerhaken, ihre Wurzelsockel sind aus wirrem Trabekulardentin aufgebaut. Die Struktur ist also eine bei Zähnen von Elasmobranchiern sehr häufige. Der Schmelz und dann die Krone bildete sich hierauf zurück und zuletzt funktionierten die dem unteren Zahnteile entsprechenden Trabekulardentingebilde allein als ständig nachwachsende Sägezähne und kamen in festeren Zusammenhang mit den Rostren.

Die Bedeutung dieser Vorgänge: Rückbildung des Schmelzes und des Pulpadentins sowie des Zahnersatzes zugunsten von gut in Alveolen befestigten und ständig nachwachsenden Zähnen aus Trabekulardentin kann man in verändertem und dann zunehmendem Gebrauch und damit stärkerer Abnutzung der Sägezähne sehen, wobei die Umbildung von Vorteil war.

Analoges kennen wir bei Säugetieren. Deren primitive Zähne bestehen erwiesenermaßen aus Pulpadentin mit Schmelz und werden gewechselt. Bei starker Abnutzung, wie z. B. bei Nagezähnen oder bei den Backenzähnen pflanzenfressender Nage- und Huftiere wird aber allmählich öfters der Zahnwechsel unterdrückt und sehr häufig tritt ein sehr

lange währendes bis ständiges Wachstum ein, nicht selten wird auch der Schmelz rückgebildet. Bei dem Edendaten Orycteropus ist statt Pulpadentin regelmäßiges Trabekulardentin vorhanden, auch bei den Zahnwalen sind entsprechende Erscheinungen bekannt, nur befindet sich dabei das Gebiß offenbar in Rückbildung. Bei ihnen sind nämlich wie bei Onchosaurus und Oxypristis die Kronen oft klein, die Wurzeln auffällig groß und hoch, der Schmelz ist häufig nur noch schwach entwickelt und das Dentin manchmal durch sekundäres Dentin, ja bei Mesoplodon durch Trabekulardentin basal ergänzt. Die Entwicklung ist hier also gerade umgekehrt als Jäkel (1890, p. 93) annahm, der Pulpadentin der Fische sekundär aus Vasodentin (= Trabekulardentin) hervorgehen lassen wollte. Bei Fischen findet sich übrigens regelmäßiges Trabekulardentin öfters, und zwar bei Kieferzähnen, für welche eine besonders starke Beanspruchung anzunehmen ist, z. B. bei Psammodus, Myliobatinae, Holocephali und Ceratodus. Eine Schmelzreduktion auf den Oberhautgebilden ist bei Teleostomen in mehreren Stämmen (Dipnoi, Ganoidei) nachgewiesen, bei den Elasmobranchiern allerdings noch nicht.[1])

Aichel (1915) ist nun gegen die Möglichkeit funktioneller Anpassung bei Zahnkronen aufgetreten, wobei er auch auf Sägefischsägen Bezug nahm. Die ganz ungenügende Grundlage seiner Beweisführung geht aber schon daraus hervor, daß er (l. c. p. 84) die Sägefische als „nahe Verwandte" der Schwertfische bezeichnet, ihren Sägen eine wesentliche Funktion abspricht und daß er seine Ausführungen hauptsächlich auf äußerliche Untersuchung der Zähnchen an den Flossenstacheln von Doras, eines Siluriden, gründet, die er mit den Zähnen der Sägen homologisiert (l. c. p. 82), ohne auch nur die Struktur nachzuprüfen [sic!].

Die ganzen Flossenstacheln fast aller Teleostomi, also auch gezähnelte der Siluridae, ebenso wie das Rostrum (Oberkiefer) der Schwertfische (Xiphiidae), bestehen aber nur aus Knochen, dem allerdings bei höher spezialisierten Teleostei (nicht bei fast allen Siluridae) die Knochenkörperchen fehlen können.[2]) Diese Organe sind also den Dentinstacheln an den Flossen oder am Schwanze von Haien und Rochen oder deren Hautzähnen, wie den hier behandelten Sägezähnen, nicht homolog (Stromer 1912, p. 17 und 26). Aichel sagt selbst (l. c., p. 45): „man ist nicht berechtigt, die Zähne mit dem Knochengewebe ohne weiteres unter den gleichen Gesichtspunkten abzuhandeln", vor allem weil der Knochen reaktionsfähige Zellen enthält,[3]) der funktionierende Zahn im Schmelz keine und im Dentin nur an der Grenze zur Pulpahöhle.

Die Ablehnung der Konkreszenztheorie durch Aichel billige ich dagegen vollkommen. Im vorliegenden Falle darf man gewiß nicht annehmen, daß die Sägezähne der rezenten Pristidae durch Verwachsung prismatischer Einzelzähne entstanden seien. Denn die Ontogenie ebenso wie die hier als wahrscheinlich dargelegte Phylogenie spricht dafür, daß es sich nur um sekundär regelmäßig gewordenes Trabekulardentin handelt. Vor allem ent-

---

[1]) Bei der stammesgeschichtlichen Entwicklung von deren Dentin-Flossenstacheln ist eine Schmelzrückbildung wohl anzunehmen.

[2]) Bei Loricariidae sind auf den Hautknochen vielfach sehr kleine Zähnchen aus Pulpadentin vorhanden, bei einigen hochspezialisierten Teleostiern, z. B. Plectognathi, kommen Dentinstacheln vor.

[3]) Bei den höher spezialisierten Knochenfischen oft nicht (Kölliker in: Verhandlungen der phys.-mediz. Gesellschaft Würzburg, Bd. 9, 1859 und O. Reis in: Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. 1895 I, Stuttgart 1895).

spricht die wichtigste Schlußfolgerung Aichels, daß eine Änderung der Zahnkronenform durch funktionelle Anpassung nicht stattfinden könne, völlig meinen schon früher gemachten Darlegungen (1912, p. 303, 304).

Bei den Sägezähnen der Pristidae liegt aber die Sache etwas anders, denn es handelt sich weniger um Änderungen der Zahnkronenform als um Reduktion der Krone. Ein Zusammenhang einer solchen mit der Funktion ist keineswegs unwahrscheinlich. Wenigstens werden Degenerationserscheinungen an den Zähnen von Kulturmenschen vielfach damit erklärt, daß sie ihre Zähne infolge des Weichkochens der Nahrung nicht genügend gebrauchen. Dementsprechend werden auch die Rückbildungen im Gebiß von Proteles, Robben und Walen gegenüber den normalen Raubtieren, die ihr Gebiß zum Überwältigen und Zerfleischen wehrhafter Beutetiere gebrauchen, auf mangelhaften oder fehlenden Gebrauch zurückgeführt. Man kann sich also wohl vorstellen, daß der zwar nicht geringer, aber anders werdende Gebrauch bei den Sägehaien zu einer Rückbildung der schmelzbedeckten Kronen und ihres Pulpadentins führte und daß gleichzeitig Reize auf die Odontoblasten des Trabekulardentins der Zahnsockel ausgeübt wurden. Sie veranlaßten nicht nur eine stärkere Zellvermehrung und eine Vergrößerung der Dentinbildung in der Wurzel, sondern wirkten auch richtunggebend, so daß aus wirrem Trabekulardentin das regelmäßige sich entwickelte, wie es sich bei Onchosaurus gegenüber Onchopristis findet.

Was die Widerhaken anlangt, die bei den geologisch ältesten Gattungen Onchopristis, Onchosaurus (und ? Sclerorhynchus) eine Rolle spielen und ontogenetisch bei Oxypristis noch auftreten, so kennt man Zähne mit Widerhaken mehrfach bei Fischen. Der in der oberen Kreide verbreitete Enchodontide Cimolichthys z. B. (Cimolichthys marginatus Reuss sp. in Böhmen und andere) besitzt schlanke kleine Kieferzähnchen mit einem Widerhaken. Solche sind zufälligerweise gerade in der Baharîje-Stufe, also mit den Onchopristisresten zusammen, in Menge gefunden. Derartige Kieferzähne dienen wahrscheinlich dazu, glatte Beutetiere besonders gut festzuhalten, in ähnlicher Weise wie an den Rändern gekerbte Haifischzähne dies ermöglichen. Man kennt aber besser vergleichbare Gebilde: Die von Agassiz (1843, p. 201, Taf. 22a, Fig. 12—19) als Sphenonchus und auch die als Ceratodus heteromorphus bezeichneten Zähne aus der mittleren Trias bis zum oberen Jura Europas haben sich nämlich als paarige Hautzähne bei Hybodontidae erwiesen (A. Smith Woodward 1888, p. 340, Taf. 12, Fig. 7, 8; 1889, p. 260, Taf. 8, Fig. 1 cs 1, cs 2, Taf. 9, Fig. 1 cs; Fraas 1889, Taf. 5, Fig. 9—13; Jäkel: Neues Jahrbuch für Mineral. 1892 I, p. 3, Fig. 2a; Campell Brown 1900, p. 157, 160, Taf. 16, Fig. 4a, b). Auf einem etwas schiefen dreilappigen niederen Sockel erhebt sich hier eine schlanke spitze, asymmetrisch stark rückgekrümmte Krone, die oft deutliche Widerhaken besitzt. Ihre Struktur ist anscheinend noch nicht untersucht, der Sockel dürfte aus Trabekulardentin bestehen und die ganze Krone, deren Querschnitt etwas oval ist, scheint von Schmelz bedeckt zu sein, der nur im unteren Teile und fast nur hinten feine Runzeln besitzt. Ob der Besitz und das Fehlen der ein oder zwei Widerhaken systematische Bedeutung hat, ist nicht festgestellt, jedenfalls kennt man bei Asteracanthus mit Sicherheit nur solche Hautzähne mit wohl entwikkelten Widerhaken, bei Hybodus nur gesicherte ohne sie oder nur mit sehr schwachen. Meistens sind sie klein, bei Asteracanthus aber stattlich; z. B. liegt mir einer mit über 60 mm hoher Krone aus dem oberjurassischen Diceraskalke von Kelheim in der hiesigen paläontologischen Staatssammlung vor. Sie sind nur an der Seite des Kopfes hinter der

Augenhöhle in je einem Paar nachgewiesen, und zwar nach Brown (1900, p. 257 und 260) nur bei Männchen, denen sie zum Festhalten der Weibchen bei der Begattung dienen sollen.

Bei den Holocephali besitzen die männlichen Tiere einen unpaaren Stirnfortsatz aus verkalktem Knorpel, der mit vergrößerten hakenförmigen Hautzähnchen besetzt ist (O. Reis 1896; Dean 1906, Fig. 133—137, p. 141, Fig. 139, p. 143). Sie sollen demselben Zwecke dienen wie die erwähnten Hautzähne der Hybodontidae (Dean 1906, p. 23—25, Fig. 7—11). Sehr bemerkenswert ist dabei, daß die oberliassische Gattung Squaloraja außerdem ein schlankes, verkalktes Rostrum besitzt, das an jedem Seitenrande gleichfalls mit solchen Hautzähnen besetzt ist (Woodward 1886, p. 531; Reis 1895, p. 387ff.), die denjenigen von Sclerorhynchus ähnlich sind. Agassiz (1833—43, p. 379, 380) hat deshalb Squaloraja mit Pristiophorus verglichen. Es handelt sich aber offenbar nur um eine interessante Konvergenzerscheinung zwischen einem Holocephalen und Plagiostomen.

Die Kopfhautzähne von Asteracanthus nun sind in ihrer Stellung an den beiden Kopfseiten, in ihrer Größe, auch in ihrer Form bis auf die Asymmetrie und starke Kronenbiegung, vielleicht auch in ihrer Struktur den Sägezähnen von Onchopristis am besten vergleichbar. Deshalb ist wichtig, daß sie bei Haifischen nachgewiesen sind, die geologisch älter und in manchem primitiv sind, und daß sich zugleich auch ihre Bedeutung als geschlechtliches Merkmal und ihr wahrscheinlicher Gebrauch als Klammer oder nur Reizorgan bei der Begattung feststellen ließ.[1]) Die Männchen der Vorfahren von Onchopristis, die übrigens sicher nicht unter den Hybodontidae zu suchen sind, mögen solche große Kopfhautzähne mit Widerhaken besessen haben. Wie nun Merkmale, die normalerweise zuerst nur Männchen zukommen, auch bei beiden Geschlechtern auftreten können, z. B. das Geweih der Hirsche bei dem Renntier (Rangifer), so kann es auch hier der Fall gewesen sein. Die Hakenzähne können dabei in größerer Zahl als nur paarweise und auch weiter vorn an den Kopfseiten aufgetreten sein und dienten ursprünglich bei der Begattung zum Reizen, Festhalten und vielleicht auch zu Kämpfen.

Die Pristiophoridae, die allerdings nicht in die Stammreihe der Pristidae gehören, können zeigen, wie bei weiterer Entwicklung solche große Hautzähne nicht nur an den Seiten des Kopfes, sondern auch des länger werdenden, aber noch einfach gebauten und unverkalkten Rostrums vorkommen, ohne mit ihm in unmittelbare Verbindung zu treten. Auch mögen sie dafür sprechen, daß solche Sägen bei dem Nahrungserwerb eine Rolle spielen können. Sclerorhynchus, der vielleicht in die Reihe der Pristidae gehört, zeigt in der Verkalkung des Rostrums einen weiteren Fortschritt, Onchopristis aber einen noch weit erheblicheren in größerer Regelmäßigkeit in Größe, Zahl und Stellung der noch etwas rückgebogenen Rostralzähne[2]) und in deren Befestigung auf Narben sowie in stärkerer Festigung des Rostrums. Mit ihr und mit der besseren Befestigung der Rostralzähne mag ein stärkerer Gebrauch bei dem Nahrungserwerb eingesetzt haben, der, wie auf Seite 21 ausgeführt wurde, zur Umbildung der Zähne Anlaß gab. Der geologisch jüngere Oncho-

---

[1]) Es ist bemerkenswert, daß in der Baharîje-Stufe, also zusammen mit Onchopristis numidus Flossenstacheln von Hybodontidae sehr häufig sind, darunter auch die geologisch jüngsten von Asteracanthus; zugehörige Zähne fanden sich aber auffälligerweise fast gar keine.

[2]) Eine Beschränkung in der Zahl und damit eine geringere Variabilität und eine größere Regelmäßigkeit von Skeletteilen läßt sich in der Stammesgeschichte vieler Tiergruppen feststellen, z. B. auch bei den Wirbeln und Flossenstrahlen höherer Knochenfische.

saurus bezeugt nämlich schon eine beginnende Rückbildung der Zahnkrone zugunsten des unteren Zahnabschnittes und eine senkrechte Stellung der Zahnkrone sowie wohl auch einen Ausfall des Zahnersatzes. Bei dem Seitenausläufer Propristis im Obereozän ist dieser Vorgang am weitesten fortgeschritten, indem dessen niedere Rostralzähne nur den Sockeln von Onchopristis entsprechen, auch sind die Zähne auf den vordersten Teil des Rostrums beschränkt. Onchosaurus aber leitet in seinem Zahnbau eher zu Oxypristis über, wo die Krone nur noch in der Jugend vorhanden ist und regelmäßiges Trabekulardentin fast den ganzen Zahn bildet und außerdem die Zähne in seichten Alveolen befestigt sind. Im Besitz von fünf Rostralkanälen und in dem eines hinteren zahnfreien Rostralteiles[1]) steht Oxypristis allerdings höher als Pristis. Dieser wiederum steht in seinen tiefen Zahnalveolen und in Stacheln, die auch in der Jugend nur aus regelmäßigem Trabekulardentin bestehen und bei denen ein Kronenabschnitt mit Widerhaken nicht mehr nachweisbar ist, am Ende der Reihe.

Schon, weil in ihr im Sinne Dollos „Kreuzungen der Spezialisation“ vorkommen und ihre Glieder nicht der geologischen Altersfolge entsprechen, soweit sie wenigstens bisher bekannt ist, kann keine Rede davon sein, daß die aufgestellte Reihe einen Stammbaum bildet. Sie soll nur darstellen, wie die Entwicklung eines Organes der Sägefische, des mit Hautzähnen versehenen Rostrums, vor sich gegangen sein kann. Durch die hier erfolgte Feststellung des Baues und der Zugehörigkeit der seltsamen Onchosaurus- und Onchopristisreste und die Hinweise auf wahrscheinliche Beziehungen und Entwicklungsvorgänge erscheint jedenfalls die Frage nach der Entstehung der Sägen um ein erhebliches aufgeklärt.

---

[1]) Bei dem obereozänen Oxypristis fajumensis ist das Rostrum anscheinend noch weit hinten bezahnt.

## Literatur.

Agassiz Louis: Recherches sur les poissons fossiles, vol. 3. Neuchatel 1833—43.

Aichel O.: Das Problem der Entstehung der Zahnform. Archiv für Anat. u. Physiol., Anat. Abteilung Suppl.-Bd., S. 33 ff. Leipzig 1915.

Beadnell Hugh: The cretaceous region of Abu Roash. Geol. Survey report 1900. Cairo 1902.

Blanckenhorn Max: Syrien, Arabien und Mesopotamien. Handbuch region. Geologie, Bd. 5, Abt. 4. Heidelberg 1914.

Brown Campbell: Über das Genus Hybodus und seine systematische Stellung. Paläontogr., Bd. 46, p. 149 ff. Stuttgart 1900.

Dacqué Edgar: Mitteilungen über den Kreidekomplex von Abu Roash bei Kairo. Paläontogr., Bd. 30, 2, p. 337 ff. Stuttgart 1903.

Dames W.: Über eine tertiäre Wirbeltierfauna von der westlichen Insel des Birket-el-Qerun im Fajum (Ägypten). Sitzungsberichte K. preuß. Akademie der Wissensch., phys.-math. Kl., Bd. 6, p. 129 ff. Berlin 1883.

— — Titanichthys pharao nov. gen. nov. sp. aus der Kreideformation Ägyptens. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde 1887, p. 69 ff. und p. 137. Berlin 1887.

Dean B.: Chimaeroid fishes and their development. Carnegie Institution Publ. Nr. 32. Washington 1906.

Dollo L.: La Paléontologie éthologique. Bull. Soc. belge Geol. Paléont. etc., T. 23, p. 377 ff. Brüssel 1910.

Eastman Ch.: On the dentition of Rhynchodus and other fossil fishes. Amer. Naturalist, vol. 38, p. 295 ff. New York 1904.

Engel H.: Die Zähne im Rostrum der Pristiden. Zoolog. Jahrbuch, Abteilung für Anat., Bd. 29, p. 50 ff. Jena 1909.

Fraas E.: Kopfstacheln von Hybodus und Acrodus, sog. Ceratodus heteromorphus Ag. Jahreshefte Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, Jahrg. 45, p. 233 ff. Stuttgart 1889.

— — Säge von Propristis Schweinfurthi Dames aus dem oberen Eozän von Ägypten. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1907 I, p. 1 ff. Stuttgart 1907.

Gervais P.: Zoologie et Paléontologie françaises, 2. èdit. Paris 1859.

Günther A.: Handbuch der Ichthyologie. Wien 1886.

Hasse C.: Das natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung ihrer Wirbelsäule. Besonderer Teil II. Jena 1882.

Haug E.: Paléontologie, in Foureau F.: Documents scientifiques de la mission saharienne, T. 2, p. 750 ff. Paris 1905.

Hay O. P.: On a collection of upper cretaceous fishes from Mt. Lebanon, Syria etc. Bull. Amer. Mus. natur. hist., vol. 19, p. 395 ff. New York 1903.

Hoffmann L.: Zur Kenntnis des Neurocraniums der Pristiden und Pristiophoriden. Zoolog. Jahrbuch, Abteilung für Anat., Bd. 33, p. 239 ff. Jena 1912.

Jäkel O.: Über die systematische Stellung und über fossile Reste der Gattung Pristiophorus. Zeitschr. deutsch-geolog. Gesellsch., Bd. 42, p. 86 ff. Berlin 1890.

— — Über die Gattung Pristiophorus. Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. 57 I, p. 15 ff. Berlin 1891.

— — Die eozänen Selachier vom Monte Bolca. Berlin 1894.

Pappenheim P.: Zur biologischen Bedeutung der Säge bei den sogen. Sägefischen. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin 1905, p. 97 ff.

Priem F.: Note sur le Propristis Dames, du Tertiaire inférieur d'Égypte. Bull. Soc. géol. France, Ser. 3, vol. 25, p. 228 ff. Paris 1897.

— — Etude des poissons fossiles du bassin parisien. Ann. de Paléont., vol. 6, p. 1 ff. Paris 1908.

Reis O.: On the structure of the frontal spine and the rostrolabial cartilage of Squaloraja and Chimaera. Geolog. Magaz., Dec. 4, vol. 62, p. 385 ff. London 1895.

Stromer E.: Haifischzähne aus dem unteren Mokattam bei Wasta in Ägypten. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1903 I, p. 29 ff. Stuttgart 1903.

— — Die Fischreste des mittleren und oberen Eozäns von Ägypten. I. Die Selachier. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns etc., Bd. 18, p. 37 ff. Wien 1905.

— — Lehrbuch der Paläozoologie. II. Teil: Wirbeltiere. Leipzig 1912.

— — Die Topographie und Geologie der Strecke Gharaq-Baharîje etc. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens, I. Abhandlungen K. Bayer. Akademie der Wissensch., math.-phys. Klasse, Bd. 26, Abhandl. 11. München 1914.

Williamson W. C.: On the microscopic structure of the scales and dermal teeth of some Ganoid and Placoid fishes. Philos. Trans. R. Soc., vol. 1, p. 435 ff. London 1849.

Woods H.: The paleontology of the upper cretaceous deposits of northern Nigeria, in Falconer I. D.: The Geology and Geography of northern Nigeria, p. 273 ff. London 1911.

Woodward A. Smith: On some remains of the extinct Selachian genus Asteracanthus from the Oxford clay of Peterborough. Ann. a. Magaz. natur. hist., Ser. 6, vol. 2, p. 336. London 1888.

— — On the anatomy and systematic position of the liassic Selachian Squaloraja polyspondyla Ag. Proceed. zool. Soc. 1886, p. 527 ff. London 1886.

— — Catalogue of the fossil fishes in the British Museum. Pt. 1 und 4. London 1889 und 1901.

— — Remarks upon an extinct sawfish (Sclerorhynchus atavus) and exhibition of a fragment of its rostrum. Proceed. zool. Soc. 1889, p. 449 ff. London 1889 (a).

— — Description of the cretaceous sawfish Sclerorhynchus atavus. Geolog. Magaz., Dec. 3, vol. 9, p. 529 ff. London 1892.

## Tafelerklärung.

### Tafel I.

Fig. 1—10 und 14—20. Reste von Onchopristis numidus Haug sp. vom Sockel des Gebel-el-Dist. aus der Schicht 7n der Baharîje-Stufe.

Fig. 1. Rostralstück b, 1a von unten, 1b von der Seite, 1/2 nat. Gr.

Fig. 2. Rostrum, von oben, 1/4 nat. Gr. Etwas schematisch ergänzt nach den Stücken a und b und isolierten Zähnen, wahrscheinliche Hautgrenzen gestrichelt.

Fig. 3. Zweitgrößter vollständiger Rostralzahn von rechts 1/1.

Fig. 4. Größter breiter Zahnsockel von unten 1/1.

Fig. 5. Größter schmaler Zahnsockel von unten 1/1.

Fig. 6. Drittgrößter vollständiger Rostralzahn, 6a von vorn, 6b von hinten, 6c von rechts, 6d von unten 1/1.

Fig. 7. Kleiner Rostralzahn mit schmaler langer, deutlich gekerbter Basis, 7a von unten, b von rechts 1/1.

Fig. 8. Kleiner, gerader und schlanker Hautzahn mit zwei Widerhaken von links 1/1 (Schmelz und Sockel angewittert).

Fig. 9. Kleiner Rostralzahn mit zwei Widerhaken von links 1/1 (Sockel unvollständig).

Fig. 10a, b. Sehr kleiner, schlanker und ungewöhnlich gerader Hautzahn mit ausnahmsweise ausgedehnten Schmelzleistchen, Sockel unvollständig, von links 1/1 und 4/1.

Fig. 11. Größtes Kronenstück eines Rostralzahnes mit mehreren Widerhaken des Onchopristis numidus aus Schicht 7(?)n 500 m westlich des Gebel Maghrafe in Baharîje, von links 1/1.

Fig. 12. Wagrechter Querschliff unter dem Widerhaken durch einen kleinen Rostralzahn des Onchopristis numidus von dem Fundorte B auf dem Gebel Mandische in Baharîje 10/1 (Pulpadentin und Schmelz etwas schematisiert).

Fig. 13. Senkrechter Querschliff durch den Sockel eines kleinen Rostralzahnes des Onchopristis numidus von dem Fundorte A im Tale des Gebel Mandische in Baharîje 5/1 (unregelmäßiges Trabekulardentin, ganz oben etwas Pulpadentin).

Fig. 14. Winziger, sehr schlanker Hautzahn von rechts 1/1.

Fig. 15. Winziger Hautzahn mit verhältnismäßig langer Basis von links 1/1.

Fig. 16. Sehr kleiner, verhältnismäßig niederer Zahn, Sockel unvollständig, von rechts 1/1.

Fig. 17. Kleiner asymmetrisch gekrümmter Hautzahn mit breiter Basis, 17a von unten, 17b von hinten, 17c von rechts, 1/1.

Fig. 18 und 19. Kleine Rostralzähne von rechts 1/1 (bei Fig. 19 Sockel unvollständig).

Fig. 20. Mittelgroßer Rostralzahn von rechts 1/1.

Fig. 21. Größerer Rostralzahn von Onchosaurus pharao aus dem Senon bei Ain el Häß in Baharîje, 21a von links, 21b von unten, 1/1 (Kronenspitze und Oberfläche etwas abgewittert).

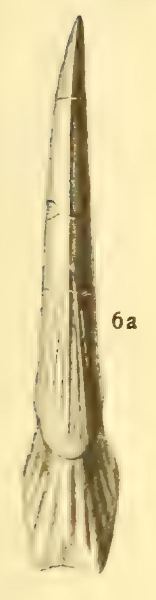
Fig. 22. Senkrechter Querbruch durch den Sockel des kleineren Rostralzahnes des Onchosaurus pharao von ebendaher 5/1 (Netz der Pulpakanäle des regelmäßigen, nur ganz unten wirren Trabekulardentins etwas schematisiert).

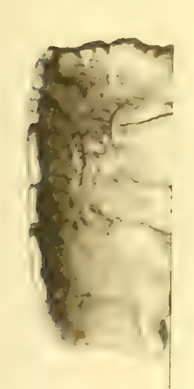
Fig. 23. Wagrechte Schliffläche durch die Mitte eines Zahnstückes von Onchosaurus pharao aus dem Senon von Abu Roasch bei Kairo 6/1 (Querschnitte der Pulpakanäle des regelmäßigen Trabekulardentins und scheinbare prismatische Absonderung desselben).

Fig. 24. Rostralzahn von Onchosaurus radicalis, aus dem Senon von Meudon bei Paris. Kopie des Originales von P. Gervais, 24a von hinten, 24b von links, 1/1.

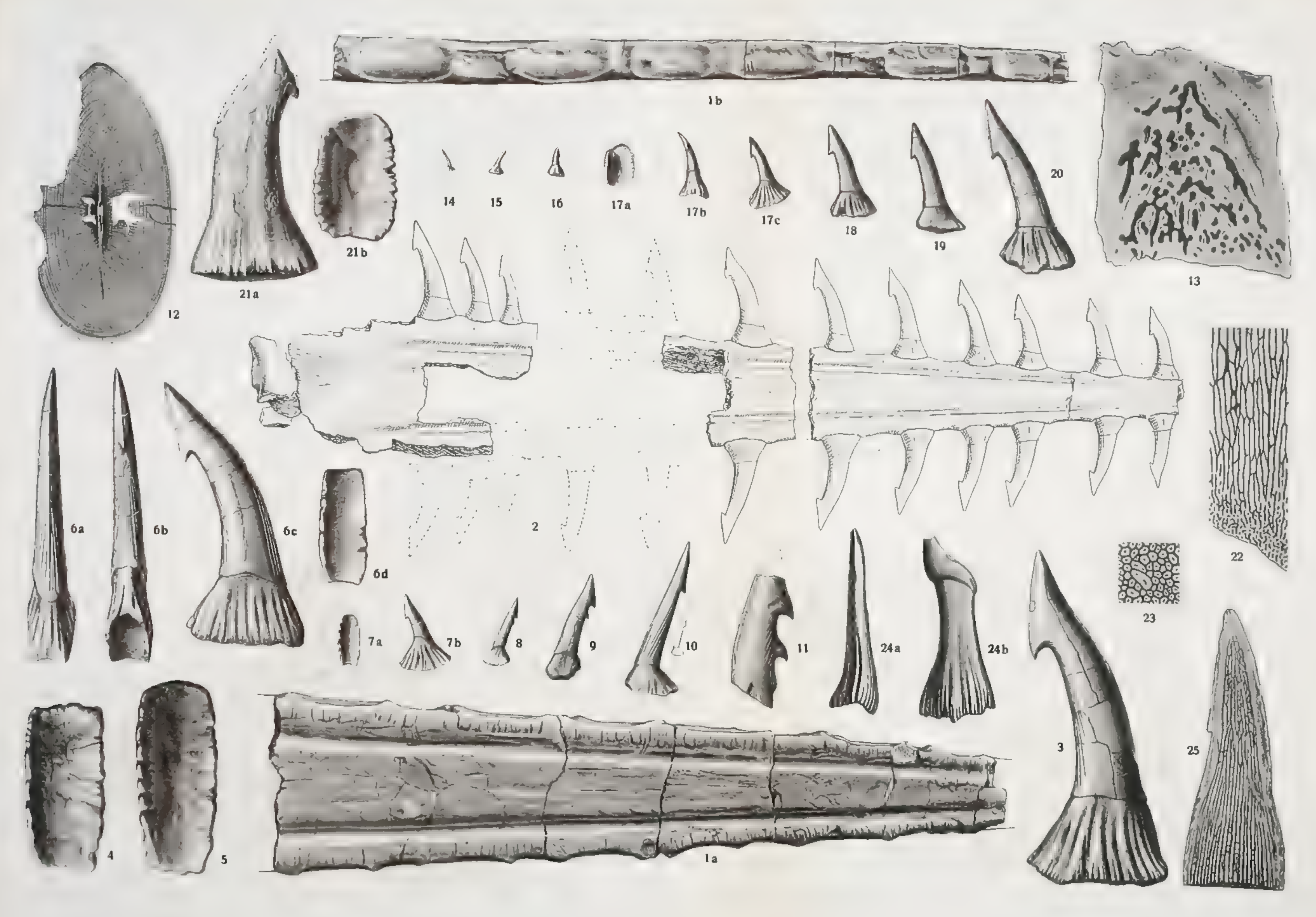
Fig. 25. Senkrechter Längsschliff durch einen vorderen Rostralzahn eines älteren Embryo des rezenten Oxypristis cuspidatus. Vereinfachte und verkleinerte Kopie nach H. Engel 6,5/1 (regelmäßiges Trabekulardentin, oben mit Decke von Pulpadentin und von ? Vitrodentin).





Ant. Birk




Ant. Birkmaier gez.

Lichtdruck der Kunstanstalten Josef Müller, München.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 9. Abhandlung

# Untersuchungen

über die

# astronomische Refraktion

von

**Ernst Grossmann**

Vorgelegt am 7. Juli 1917

München 1917
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

# I. Einleitung.

In den Jahren 1896—98 habe ich an dem Repsoldschen Meridiankreise der von Kuffnerschen Sternwarte in Wien eine größere Anzahl von Deklinationen von Fundamentalsternen besonders zur Untersuchung der Refraktion beobachtet. Die Bestimmung der Instrumentalfehler und die vorläufigen Resultate sind erschienen im XXVII. Bande der Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Leipzig 1901. Bei der Herstellung des N. F. K. durch Auwers und des *PGC* durch Boss sind diese Beobachtungen bereits benutzt und es hat sich hierbei ergeben, daß die Südsterne um starke Beträge von beiden *FC* abweichen, während die Circumpolarsterne sich ihnen befriedigend anschließen. Boss spricht den Verdacht aus (Astr. Journ. XXIII pag. 120, 122), daß in den Beobachtungen noch Anomalien enthalten seien, die der weiteren Aufmerksamkeit bedürften. Er gleicht die Differenzen gegen seinen Katalog aus und findet für die Biegung einen außerordentlich großen Wert. Die Diskontinuität zwischen Süd- und Circumpolarsternen findet er bei keinem anderen Kataloge bestätigt. Er hält es schließlich nicht für ausgeschlossen, daß die Teilungsfehler unrichtig angesetzt sind oder daß auch Objectiv oder Okular sich gelockert hatten.

Ich habe hieraufhin das gesamte Material einer nochmaligen Prüfung unterworfen, habe insbesondere die Instrumentalfehler nach den mir vorliegenden Aufzeichnungen nachgesehen, aber Fehler keinerlei Art auffinden können. Eine nachträgliche nochmalige Untersuchung des Instruments war mir leider nicht möglich und spätere Mitteilungen hierüber, mit denen ich meine Ergebnisse hätte vergleichen können, sind nicht erschienen. Es blieb schließlich der Verdacht bestehen, daß in dem Meridianbau starke lokale Refraktionsstörungen vorhanden sein könnten, die sich aus meinen Beobachtungen direkt nicht feststellen ließen. Ich war deshalb bereits geneigt, diese trotz ihrer befriedigenden inneren Genauigkeit für minderwertig und ihre weitere Bearbeitung für zwecklos zu halten, als mich neuere Kataloge, von

denen ich später noch sprechen werde, erkennen ließen, daß auch sie Abweichungen gleicher Größe und in demselben Sinne von den $FC$ ergaben, so daß ich nunmehr die Überzeugung schöpfte, daß den $FC$ doch wohl nicht die Genauigkeit inne wohne, die man ihnen zuzuschreiben gewohnt war.

Erst nach Abschluß meiner Parallaxenarbeit am Münchner Meridiankreise konnte ich die Untersuchung wieder aufnehmen und zwar mit einem mich jetzt mehr befriedigenden Erfolge. Bevor ich hierauf eingehe, gebe ich in aller Kürze die Resultate der ersten Arbeit, die ich künftig mit Gr. I bezeichnen werde, wieder.

Der Meridiankreis von 150 cm Brennweite, von gleicher Konstruktion wie alle anderen von Repsold aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts, nur kleiner, befindet sich im I. Stockwerk des westlichen Flügels der Sternwarte. Das Objectiv mit 123 mm freier Öffnung gab scharfe und punktförmige Bilder in allen $ZD$; ein etwaiges Schlottern desselben in seiner Fassung hätte sich jedenfalls bemerklich machen müssen. Da der kleine zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes dienende Objectivspiegel sich mehrfach gelöst hatte, mußte das Objectiv häufiger abgenommen werden; aber jedesmal sind die Schrauben der Fassung wieder fest angezogen worden. Ein Schlottern des Okularkopfes ist bei seiner soliden Konstruktion nicht denkbar.

Die Einstellungen erfolgten der damaligen Gewohnheit gemäß auf die Mitte der festen Horizontalfäden. Beobachtungen mit einem Reversionsprisma ergaben, daß eine persönliche Gleichung nicht vorhanden war.

Die Untersuchung des Kreises sollte nach der Rosettenmethode von H. Bruns erfolgen; doch zeigte sich im Laufe der Arbeit, daß den Mikroskopen nicht alle erforderlichen Stellungen gegeben werden konnten, wenn nicht die Beobachtungen selbst eine Unterbrechung erfahren sollten. Für die Untersuchung der $5^0$ Striche mußte deshalb wieder zu dem Besselschen Verfahren gegriffen werden. Durch hinreichende Wiederholung der Messungen konnte auch für diese die gewünschte Genauigkeit erzielt werden. Um jedes Mißverständnis über die Vorzeichen auszuschließen, habe ich a. a. O. ein Beispiel gegeben. Ich habe ferner die Realität der gemessenen Werte geprüft durch die Vergleichung beider Kreislagen: Durch die Berücksichtigung der Strichkorrektionen sank die mittlere Abweichung beider von $\pm 0''28$ auf $\pm 0''18$. Ferner ergab eine Vergleichung mit anderen Repsoldschen Teilungen, daß diese in Bezug auf ihre Fehler alle ein Abbild der Mutterteilung wiederspiegelten. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, daß die Vergleichung (Gr. I, pag. 47) einer Korrektur bedarf, worauf bereits Herr Harzer aufmerksam gemacht hat. (Astr. Beob. der Sternwarte Kiel, Untersuchungen über die Teilungen der

Kreise ...., Leipzig 1912, pag. 89). Es müssen nämlich bei den Pulkowaer und Moskauer Kreisen die Vorzeichen umgekehrt werden. Die Übereinstimmung mit den anderen Teilungen tritt dann aber sofort wieder ein, wenn die Verschiebung des Nullpunktes um 70°, wie ich sie vorgenommen habe, unterlassen wird.

Mit der Bestimmung der Biegung ist es eine heikle Sache. Sie hat sich bei den neueren Repsoldschen Kreisen überall als sehr gering ergeben. Ob aber die Untersuchungen in allen Fällen ausreichend waren, steht dahin. Durch Vergleichung des Pulkowaer Ertelschen mit dem Odessaer Repsoldschen Vertikalkreise hat Backlund (Mitt. der Nicolai Hauptsternwarte Nr. 59, 1913) für den letzteren einen größeren Wert abgeleitet, worauf ich später noch näher einzugehen habe. Da reflektierte Beobachtungen keine einwandfreien Resultate ergeben haben, steht uns heute nur noch die Methode der Vertauschung von Objectiv und Okular zur Verfügung, die kontrolliert werden kann durch die Bestimmung der Biegung im Horizont mittels Kollimatoren. Wegen meines Fortgangs von der Sternwarte konnte ich in der II. Objectivlage nur wenige Beobachtungen erlangen. Die Resultate stimmen daher mit der mehrfach bestimmten Horizontalbiegung nicht sonderlich überein. Aber so viel ließ sich doch erkennen, daß eine größere, die Beobachtungen stark entstellende Biegung nicht vorhanden war. Bei der Diskussion der Refraktion und der Katalogvergleichung werde ich hierauf sowie auf die diesbezüglichen Bemerkungen von Boss noch zurückkommen.

Alle weiteren Fehlerquellen wie Fehler der Mikroskopmikrometerschrauben, Run, Neigung der Horizontalfäden etc. vermögen wohl die Einzelresultate zu gefährden, aber systematische Abweichungen der hier fraglichen Natur können sie kaum hervorrufen. Im übrigen sind sie alle eingehend untersucht und ich muß deshalb auf den I. Teil meiner Arbeit verweisen.

Ich halte es hiernach für ausgeschlossen, die Ursache der Differenzen meiner Beobachtungen gegen die *F C* in dem Instrument selbst zu suchen. Es verbleibt nur noch die Möglichkeit, lokale Refraktionsstörungen anzunehmen. Der Meridiansaal mit seinem Spaltverschluß und die Aufstellung des Instruments in ihm unterliegen Bedenken. Die Seitenmauern sind außerordentlich stark — 47 cm —, das Dach umschließt einen oben, unten und seitlich im Spalt mit Brettern abgeschlossenen Hohlraum von ca. 1 Meter Höhe; die Dachklappen stehen im geöffneten Zustande vertikal an der Ostseite. In der Westwand befindet sich ein großes Fenster von 6 □ m. Die Breite des Spalts beträgt nur 1,10 m. Der Meridiankreis selbst befindet sich in dem Saal exzentrisch aufgestellt, 1,3 m nach Westen und 0,4 m nach Süden

verschoben. Daß unter solchen Umständen Refraktionsstörungen eintreten können, ist sehr wohl möglich. Allerdings wirkt ein günstiger Faktor diesen entgegen: ein fast unausgesetzt herrschender Wind, der den thermischen Ausgleich rasch besorgt. Die Untersuchung der Saaltemperatur, der ich mich zunächst zuwende, wird uns seine Wirkung erkennen lassen.

## II. Die Saaltemperatur.

Allgemeine Grundsätze über die zweckmäßigste Aufstellung von Thermometern lassen sich wegen der verschiedenartigen Beschaffenheit der Beobachtungsräume nicht aufstellen; auch das jeweilige Klima wird hierbei maßgebend sein. In erster Näherung begnügt man sich damit, die äußere Temperatur und die am Orte der Messung, also am Okular zu bestimmen. Man legt dann die eine oder die andere der Rechnung zu Grunde und läßt über die Richtigkeit dieser Annahme die Beobachtungen selbst entscheiden; man setzt die *Z D* Differenzen einfach proportional der Temperaturdifferenz: Außen — Innen. Vorausgesetzt ist hierbei, daß der Proportionalitätsfaktor in allen *Z D* der gleiche ist, daß keine der Temperaturdifferenz parallellaufenden Einflüsse vorhanden sind und daß schließlich die thermischen Niveauflächen konzentrisch zum Instrument gelagert sind. Dieses letztere wird kaum zutreffen, am wenigsten bei Tage und in den ersten Stunden nach Sonnenuntergang. Durch Aufstellung mehrerer Thermometer in horizontaler und vertikaler Richtung wird man ein angenähertes Bild der Schichtenlagerung erhalten.

Demgemäß waren folgende Anordnungen getroffen: Die sogenannte innere Temperatur zeigte ein am Instrumente in Axenhöhe frei hängendes Thermometer — $T_i$ — an, die Außentemperatur im Norden ein solches in gleicher Höhe mit dem ersten, 80 cm von der äußeren Mauerwand entfernt — $T_N$ —. Bei diesem befand sich auch das feuchte Thermometer. Ebenfalls in gleicher Höhe und gleich weit außerhalb des Spalts hing im Süden in einem mit Drahtgaze umspannten Rahmen das Südthermometer — $T_S$ —, das der Sonne wegen nur nachts abgelesen wurde. In einer Höhe von 1,20 m über dem Dache befand sich an einem in den Spalt ragenden Galgen in einem doppelwandigen, nur nach Norden offenen Thermometerkasten das Zenitthermometer — $T_Z$ —. Der Kasten konnte an einem Drahtseil sehr rasch herunter gelassen werden. Alle Thermometer sind in 0,2 Grad geteilt und vorher von der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus geprüft (cf. Gr. I, pag. 86).

Betrachten wir zunächst die Angaben dieser 4 Thermometer. Sie wurden, so oft es die Zeit gestattete, abgelesen. Ihre Vergleichung bei verschiedenen Temperaturen ergibt die folgende Tabelle:

| | | $T_i - T_N$ | | $T_i - T_S$ | $T_i - T_Z$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Nacht | Tag | | |
| unter | 0° | + 0°.88 | — | + 0°.57 | + 0°.62 |
| 0° | + 6° | + 79 | — | + 51 | + 65 |
| 6 | + 12 | + 68 | — 0°.43 | + 48 | + 56 |
| 12 | + 18 | + 55 | — 65 | + 32 | + 37 |
| 18 | + 24 | + 50 | — 66 | + 29 | + 29 |
| über | + 24 | — | — 80 | — | — |
| Mittel | | + 0°.65 | | + 0°.42 | + 0°.48 |

Unter 0° sind wegen der Zonenbeobachtungen in den Wintermonaten nur wenige Ablesungen vorhanden.

Bei allen 3 Nachtreihen zeigen sich ausgesprochene Gänge in demselben Sinne: In wärmerer Jahreszeit findet ein besserer Temperaturausgleich statt als in kälterer; wegen der stärkeren Sonnenbestrahlung im Sommer sollte man das Gegenteil erwarten. Daß diese nicht unwirksam ist, gibt der tiefere Stand von $T_N$ gegen $T_S$ zu erkennen. Wahrscheinlich ist diese Erscheinung darauf zurückzuführen, daß im Sommer durchweg stärkerer Wind herrschte als im Winter. Hierüber liegen mir leider nicht die erforderlichen Aufzeichnungen vor. Bei Tage ist das Gegenteil angedeutet.

Die Temperaturdifferenzen: Innen—Außen halten sich in mäßiger Höhe; an anderen Sternwarten haben sich merklich größere Beträge gezeigt. Angesichts des massiven Baues des Meridiansaals muß dieses überraschen und kann nur dadurch erklärt werden, daß, wie gesagt, windstille Nächte zu den Seltenheiten gehörten; aber selbst in solchen durchfuhr von Zeit zu Zeit ein Windstoß den Saal, gleichsam um auf Bestellung das thermische Gleichgewicht zwischen Innen und Außen wieder herzustellen.

Um die durch die obige Tabelle bereits angezeigte Schichtenverlagerung noch genauer festzustellen, waren folgende Thermometer, zunächst in horizontaler Richtung, angebracht, die jedoch nicht so oft wie die obigen wegen mangelnder Zeit abgelesen werden konnten.

| $T_S$ | $T_i$ | $T_I$ | $T_{II}$ | $T_{III}$ | $T_{IV}$ | $T_V$ | $T_N$ | $T_{VI}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.3 m | 0.47 | 1.7 | 2.3 | 2.5 | 2.9 | 3.2 | 4.3 | 4.7 |
| + 0°.42 | — | + 0.15 | + 0.19 | + 0.30 | + 0.46 | + 0.53 | + 0.65 | + 0.79 |

In der ersten Reihe sind die Entfernungen der Thermometer von der Mitte des Saales gegeben, die durch den Vertikalstrich gekennzeichnet ist, in der zweiten die Differenzen gegen $T_i$. Der Temperaturabfall geht anfangs langsamer vor sich, dann rascher; der Gradient beträgt zuerst für 1 m rund $0^\circ.09$, zum Schluß $0^\circ.17$. Da die Angaben von $T_{IV}$ und $T_S$ übereinstimmen, so folgt, daß das Temperaturmaximum nach Süden um etwa 0.7 m verschoben ist. Hier hat nun ein merkwürdiger Zufall ein offenbar günstiges Spiel getrieben: Um Raum für die Einführung des Umlegebocks zu gewinnen, ist das Instrument nicht in der Mitte des Saales aufgestellt, sondern um 0.47 m nach Süden verschoben, also nahezu an jener Stelle, die in horizontaler Richtung das Zentrum der thermischen Niveauschichten bildet.

In vertikaler Richtung ergab sich das folgende Bild

| $T_A$ | $T_B$ | $T_Z$ |
|---|---|---|
| 1.8 m | 2.9 m | 5.0 m |
| $0^\circ.00$ | + 0.11 | + 0.48 |

Die Höhen der ersten Reihe sind gemessen von der Instrumentaxe, die Differenzen beziehen sich auf $T_i$. Es geht also auch hier die Abnahme zuerst sehr langsam vor sich, langsamer als in horizontaler Richtung, höher hinauf rascher. Ein mit der Axe des Instruments konzentrischer Zylinder, der durch $J_S$ geht und hier auf eine um $0^\circ.4$ niedrigere Temperatur trifft, würde im Zenit eine Stelle gleicher Temperatur durchschneiden, im Norden eine um nur $0^\circ.2$ tiefere. Es folgt somit, daß die thermische Niveaufläche des Saales nahezu mit der Instrumentaxe konzentrisch verläuft; im Norden findet eine leichte Einbuchtung nach Innen statt. Hiernach wird eine Saalrefraktion in einem merklichen Betrage nicht zu befürchten sein.

Selbst bei verschiedener Windstärke bleibt die Schichtung im Mittel unverändert, wie folgende Zahlen ergeben

| Windstärke | $T_i - T_N$ | $T_i - T_S$ | $T_i - T_Z$ |
|---|---|---|---|
| 0—1 | + $0^\circ.81$ | + $0^\circ.57$ | + 0.59 |
| 2—3 | + 64 | + 44 | + 0.51 |
| über 4 | + 45 | + 29 | + 0.32 |

$T_S$ und $T_Z$ stimmen nahezu überein, $T_N$ steht um rund $0^\circ.2$ tiefer.

Im einzelnen treten natürlich mehrfach Abweichungen von diesem Bilde auf: Es treten Inversionen ein, wenn auch selten; sprungweise Änderungen bei dem einen Thermometer, bei den anderen nicht; das eine steigt, das andere fällt etc. Refraktionsanomalien, die hierdurch entstehen, müssen in das Gebiet der zufälligen Fehler verwiesen werden, systematische sind kaum zu befürchten.

## III. Der Temperaturfehler.

Aus den vorherigen Betrachtungen hat sich ergeben, daß die thermischen Niveauflächen nahezu als Zylinderflächen um die Rotationsaxe des Instruments angesehen werden können; der Lichtstrahl wird in allen $ZD$ normal einfallen und ungebrochen hindurchgehen. Aber es hat sich auch gezeigt, daß die Temperaturdifferenz: Innen — Außen eine Funktion der Temperatur selbst ist. Der ersten Rechnung ist das Mittel $^1/_2\ (T_i + T_N)$ zu Grunde gelegt. Maßgebend für die Refraktion ist jedoch die Temperatur der letzten Luftschicht, welche der Lichtstrahl passiert, also die am Okular. Es ist somit nicht ausgeschlossen, daß die Angaben des inneren Thermometers, vielleicht sogar noch höhere anzuwenden gewesen wären. Etwaige Fehler der $ZD$ müssen sich dann durch die Relation ausdrücken

$$\Delta z = \Delta t \cdot R \frac{m}{1 + m t} \cdot u,$$

wo $\Delta t$ die fragliche Temperaturdifferenz, $R$ die mittlere Refraktion der betr. $ZD$, $m$ der Ausdehnungskoeffizient der Luft und $u$ ein zu bestimmender Proportionalitätsfaktor ist. Auf diese Weise ist der Temperaturfehler bereits mehrfach bestimmt worden, so besonders ausführlich von Nyrén (Publ. d. Nicolai-Hauptsternwarte, Bd. XV). Er setzt für jeden Stern die Abweichungen der beobachteten $ZD$ von ihrem Mittel proportional den Abweichungen der Temperaturdifferenzen von ihrem Mittelwerte, ordnet die für jeden Stern sich gesondert ergebenden $u$ nach $ZD$ und findet in diesen einen ausgesprochenen Gang, durch den die Lage der Niveaufläche bestimmt wird.

In Pulkowa betrug die Temperaturdifferenz im Mittel rund $1^0$; in dem vorliegenden Falle ist sie wesentlich geringer. Es fragt sich daher, ob die $ZD$ eine diesem Verfahren entsprechende Genauigkeit überhaupt hergeben. Nehmen wir an, daß $\Delta t_{Max} - \Delta t_{Min}$ gleich $1^0$ ist, einem Betrage, der wohl kaum überschritten wird, und daß $u$ sein Maximum $= 1$ erreicht, was also aussagen würde, daß statt der angewandten Temperatur die Vergleichstemperatur, also etwa die innere, zu setzen ist. Dann wird

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| für $z$ = | 0⁰ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| $\varepsilon_z$ = | ± 0″31 | 0.32 | 0.33 | 0.34 | 0.36 | 0.40 | 0.47 | 0.64 | 1.18 | 2.31 |
| $\Delta z$ = | 0″00 | 0.04 | 0.08 | 0.13 | 0.19 | 0.28 | 0.40 | 0.64 | 1.32 | 2.63 |

Der $m F\ \varepsilon_z$ einer beobachteten $ZD$ ist unter Berücksichtigung der Teilungsfehler berechnet nach der Formel für $e$, Gr. I, pag. 204; aus den für nördliche und südliche $ZD$ geltenden Werten ist das Mittel genommen. Die

$\varepsilon_z$ enthalten natürlich den Temperaturfehler; sie sind deshalb etwas zu groß angesetzt, aber davon können wir hier absehen. Der *m F* von $\Delta z$ ist also $\varepsilon\sqrt{2}$. Ist die Anzahl der benutzten Differenzen $= q$, die Anzahl der Sterne, die zu einem Mittel vereinigt werden $= n$, so wird der m *F* der gemittelten $\Delta z$ gleich $\frac{\varepsilon\sqrt{2}}{\sqrt{n \cdot q}}$. Damit die obigen Beträge von $\Delta z$ erreicht werden, muß $n \cdot q$ rund werden

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| für $z =$ | 0° | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 85 |
| $n \cdot q =$ | — | 121 | 34 | 13 | 8 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |

Da $q$ mindestens die Größe 4 erreichen wird, können wir bei der großen Anzahl der Sterne in unserem Falle bereits von den *ZD* von 20° an einen Beitrag für die Berechnung der Unbekannten $u$ erwarten.

Von E. von Oppolzer ist vorgeschlagen (Handwörterbuch der Astronomie von Valentiner III, 2, pag. 597), die Fehler der Temperatur und des Ausdehnungskoeffizienten gleichzeitig zu bestimmen, indem er die bei zwei sehr verschiedenen Temperaturen $t$ und $t'$ gemessenen *ZD* Differenzen $z-z'$ mit $t-t'$ und die dazu gehörigen Temperaturdifferenzen: Innen—Außen, $\tau-\tau'$ in Beziehung setzt. Dieses Verfahren ist ohne nähere Prüfung bedenklich; es bedarf des Nachweises, daß zwischen $t$ und $\tau$ nicht etwa ein gesetzmäßiger Zusammenhang besteht, wie es nach dem vorigen Abschnitt hier tatsächlich der Fall ist. Ergibt sich dieses aber nicht, so ist es nicht ausgeschlossen, daß, da durch die $t$ und $t'$ die $\tau$ und $\tau'$ bestimmt sind, die Differenz $\tau-\tau'$ so klein ausfällt, daß sie einen Beitrag zur Bestimmung des Temperaturfehlers nicht zu liefern vermag.

In praktischer Durchführung des Vorschlages von Oppolzer wird von Courvoisier (Unters. über die astron. Refraktion) auch noch der Dampfdruck mit in die Bedingungsgleichungen eingeführt; er wählt 4 bei den höchsten und 4 bei den tiefsten Temperaturen gemessene *ZD* aus und mittelt diese. Tatsächlich findet sich bei ihm $\tau-\tau'$ nur zu $-0^{\circ}.15$; diesem Werte entsprechen die Koeffizienten

| | |
|---|---|
| für $z = 40^{\circ}$ | $\Delta z = -0''.04\,u$ |
| 60 | $-0.06\,u$ |
| 80 | $-0.20\,u$ |

Es kann also ein zuverlässiger Wert von $u$ nicht erwartet werden.

Wegen des in unserem Falle nachgewiesenen gesetzmäßigen Zusammenhangs von $t-t'$ und $\tau-\tau'$ sind also die Fehler der Temperatur und des Ausdehnungskoeffizienten getrennt von einander zu bestimmen. Hierbei sind

die Beobachtungen so anzuordnen, daß bei der Bestimmung der einen Unbekannten die andere ohne Einfluß ist. Beschäftigen wir uns zunächst mit dem Temperaturfehler, so soll also $\tau - \tau'$ möglichst groß sein, $t - t'$ nur verschwindend. Ich konnte es erreichen, daß $\tau - \tau'$ auf $0^0.55$ anstieg, während $t - t'$ nur $-1^0.9$ betrug, also tatsächlich ohne Einfluß blieb. Ein Fehler im Ausdehnungskoeffizienten $m$ im Betrage von 0.0001 würde in $z - z'$ bei $z = 60^0$ nur 0."02, $z = 80^0$ nur 0."07 ausmachen, also unterhalb der Grenze der Beobachtungsgenauigkeit liegen.

Da sich ergeben hat (Gr. I, pag. 55), daß zwischen den beiden Kreislagen keine merklichen Differenzen bestehen, so habe ich auf diese bei der Bildung der $z - z'$ keine Rücksicht genommen. Statt der strengen Ausgleichung für jeden Stern, wie Nyrén sie gewählt hat, habe ich die $z - z'$ und $\tau - \tau'$ gemittelt und zwar so, daß zu kleinen und großen $\tau - \tau'$ möglichst die gleiche Anzahl gehört. Ist $n =$ Anzahl der benutzten Beobachtungen jedes Sterns, $\varepsilon = m\,F$ einer $Z\,D$, so ergibt sich sein Gewicht aus

$$\sqrt{p} = \frac{1}{\varepsilon}\sqrt{\frac{n}{2}}\,.$$

Die nachfolgende Tabelle I enthält neben dem Stern und seiner $Z\,D$ die Werte $z - z'$, $\tau - \tau'$ und $\sqrt{p}$. Der Koeffizient von $\tau - \tau'$, nämlich nach den Bezeichnungen von E. v. Oppolzer (a. a. O. pag. 597) $= R_m \cdot M$, läßt sich ohne Weiteres den Tafeln von Oppolzer entnehmen; ich führe ihn deshalb nicht an.

Die Ausgleichung des gesamten Materials ergibt

$$\begin{aligned} 126.34\,u &= +6.910 \\ u &= +0.055 \end{aligned}$$

Es würde hieraus folgen, daß die angenommene Temperatur nahezu die richtige ist; aber die Darstellung befriedigt keineswegs. Das war zu erwarten, denn der Verlauf der $z - z'$ ist, wie ein flüchtiger Anblick bereits lehrt, bei den südlichen $Z\,D$ bis ca. $z = 58^0$ ein anderer als bei den übrigen. Im Beobachtungsraum liegt die Grenze zwischen Seitenwand und Dach im Süden bei $z = 54^0$, im Norden bei $63^0$; wegen der exentrischen Stellung des Instruments sind die Grenzen verschieden. Trennt man hiernach ab, so folgt:

1. südliche Seitenwand $u = +0.415 \pm 0.154$
2. Dach $= -0.513 \pm 0.316$
3. nördliche Seitenwand $= +0.098 \pm 0.137$

Die Darstellung ist unter $B-R$ gegeben. Auch jetzt bleibt für die südlichsten $ZD$ das Vorherrschen des positiven Vorzeichens bestehen; für sie allein ergibt sich $z > 76^0$ $u = +1.06$
und $z = 76^0$ bis 54 $= +0.17$.

Beide Werte sind wegen der geringen Anzahl von Sternen nicht sehr sicher, aber die nunmehrige Vorzeichenverteilung unter $(B-R)$ spricht doch dafür, daß sie die wirklichen Verhältnisse nahezu wiedergeben. Eine so spezielle Abgrenzung nach $ZD$, wie Nyrén sie vorgenommen hat, gestattet hier leider das Material nicht. Auffallend ist der große Wert von $u$ für die Dachstrahlen; aber sein Wert muß ebenfalls als wenig sicher bezeichnet werden, außerdem ist er bei den hier in Betracht kommenden $ZD$ von nur geringem Einfluße. Er macht bei $z = 50^0$ nur etwa $0''.12$ aus, liegt also innerhalb der Grenzen des $mF$.

Das Gesamtresultat fasse ich dahin zusammen:

1. Für die die nördliche Seitenwand passierenden Lichtstrahlen, bis $z = 63^0$, ist das Mittel aus innerer und äußerer Temperatur nahezu richtig. Eine Erhöhung desselben um rund $0''.06$ ist schon deshalb zwecklos, weil die Temperaturdifferenz: Innen—Außen keineswegs konstant ist und weil in speziellen Fällen, um die es sich in Praxi nur handeln kann, noch mit anderweitigen Störungen gerechnet werden muß.

2. Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Dachstrahlen und

3. für die südlichen Seitenwandstrahlen bis zu der $ZD$ von $76^0$. Für größere $ZD$ aber erscheint es angezeigt, eine höhere Temperatur und zwar diejenige, welche das innere Thermometer anzeigt, zu setzen.

Diese Resultate stehen zum Teil im Widerspruch mit denen des vorigen Abschnitts, der vielleicht damit zu erklären ist, daß die Störungen nicht etwa im Meridiansaal oder innerhalb des Bereiches der diskutierten Thermometer auftreten, sondern außerhalb desselben. So mag z. B. im Süden die Ausstrahlung der starken Seitenmauern vielleicht Störungen hervorzurufen, die das im Spalt hängende Thermometer weniger anzeigt, die aber jenseits desselben doch noch einen, und zwar immerhin nur geringen Einfluß auf den Gang der Lichtstrahlen auszuüben vermögen. Und oberhalb des Daches nimmt sehr wohl möglich die Temperatur rascher ab, als bis zum Zenitthermometer.

Für solche $ZD$ aber, die lediglich für Präzisionsmessungen in Betracht kommen, muß die Saalrefraktion als verschwindend bezeichnet werden.

## Tabelle I.

| | ZD | | z—z' | τ—τ' | √p | B—R | (B—R) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Südl. ZD. | | | | | | | |
| f Puppis | 82° | 49'.5 | + 1".65 | + 0s.49 | 0.7 | + 1".31 | + 0".83 |
| ε Sagitt. | 82 | 31.6 | — 0.12 | 44 | 0.8 | — 0.42 | — 0.85 |
| ε Scorpii | 82 | 12.4 | + 2.45 | 35 | 0 8 | + 2.22 | + 1.90 |
| ι Pisc. austr. | 81 | 36.0 | + 1.13 | 47 | 1.2 | + 0.85 | + 0.45 |
| β Fornacis | 80 | 57.1 | + 0.01 | 59 | 1.4 | — 0.33 | — 0.81 |
| ξ Hydrae | 79 | 24.9 | + 0.44 | 51 | 1.5 | + 0.19 | — 0.15 |
| Lac. μ Forn. | 79 | 20.0 | + 0.51 | 48 | 1 4 | + 0.28 | — 0.05 |
| α Antliae | 78 | 40.5 | + 1.08 | 61 | 2.1 | + 0.81 | + 0.40 |
| γ Sagitt. | 78 | 33.4 | + 0.80 | 47 | 1.3 | + 0.59 | + 0.30 |
| α Pisc. austr. | 78 | 18.1 | + 0.75 | 45 | 1.4 | + 0.56 | + 0.28 |
| α Sculpt. | 78 | 2.9 | + 0.62 | 62 | 1.8 | + 0.36 | — 0.01 |
| ι Sculpt. | 77 | 41.3 | + 0.47 | 41 | 1.4 | + 0.31 | + 0.07 |
| 12 Eridani | 77 | 31.9 | + 0.68 | 50 | 1.5 | + 0.48 | + 0.19 |
| η Pisc. austr. | 77 | 5.4 | + 0.55 | 63 | 2.1 | + 0.31 | — 0.04 |
| τ Navis | 76 | 51.1 | + 0.45 | 55 | 1.8 | + 0.24 | — 0.07 |
| δ Sculpt. | 76 | 50.6 | + 0.91 | 51 | 1.7 | + 0.72 | + 0.44 |
| λ Pyxidis | 76 | 32.3 | + 0.67 | 57 | 1.8 | + 0.46 | + 0.16 |
| $\varkappa^2$ Sculpt. | 76 | 31.1 | + 0.75 | 54 | 1.7 | + 0.55 | + 0.26 |
| c Sagitt. | 76 | 8.6 | + 0.97 | 49 | 2.2 | + 0.80 | + 0.54 |
| ε Pisc. austr. | 75 | 43.8 | + 0.54 | 55 | 1.7 | + 0.35 | + 0.07 |
| ω Capric. | 75 | 27.3 | + 0.19 | 41 | 3.3 | + 0.05 | — 0.15 |
| BAC 4253 | 74 | 43.3 | + 0.25 | 69 | 2.5 | + 0.02 | — 0.30 |
| α Scorpii | 74 | 21.5 | — 0.50 | 48 | 2.1 | — 0.97 | — 0.81 |
| π Hydrae | 74 | 20.4 | — 0.28 | 59 | 2.1 | — 0.46 | — 0.34 |
| ϑ Ophiuchi | 73 | 3.3 | + 0.06 | 43 | 2.0 | — 0.19 | + 0.01 |
| ϰ Fornacis | 72 | 26.8 | + 0.71 | 61 | 1.6 | + 0.54 | + 0.64 |
| 51 Ophiuchi | 72 | 2.7 | + 0.17 | 45 | 2.4 | + 0.05 | + 0.12 |
| Br. 2333 | 71 | 45.4 | + 0.84 | 53 | 2.4 | + 0.70 | + 0.78 |
| 24 Ophiuchi | 71 | 9.1 | + 0.30 | 27 | 2.5 | + 0.23 | + 0.27 |
| δ Scorpii | 70 | 29.7 | — 0.60 | 50 | 2.1 | — 0.73 | — 0.65 |
| π Sagitt. | 69 | 21.3 | + 0.30 | 61 | 3.3 | + 0.16 | + 0.25 |
| Lal 18817 | 68 | 49.8 | + 0.10 | 61 | 4.3 | — 0.03 | + 0.05 |
| Lal 24277 | 68 | 12.1 | — 0.13 | 57 | 4.1 | — 0.27 | — 0.18 |
| ι Librae | 67 | 34.5 | — 0.05 | 36 | 3.9 | — 0.13 | — 0.08 |
| γ Capric. | 65 | 18.3 | — 0.20 | 70 | 3.0 | — 0.34 | — 0.25 |
| δ Corvi | 64 | 7.2 | + 0.23 | 63 | 4.2 | + 0.11 | + 0.18 |
| η Ophiuchi | 63 | 46.6 | + 0.24 | 40 | 2.4 | + 0.16 | + 0.20 |
| δ Crateris | 62 | 24.2 | — 0.14 | 57 | 6.9 | — 0.23 | — 0.18 |
| γ Eridani | 61 | 59.0 | + 0.03 | 40 | 2.6 | — 0.03 | 0.00 |
| ν Aquarii | 59 | 58.4 | + 0.18 | 61 | 5.3 | + 0.09 | + 0.14 |
| Br. 2329 | 59 | 14.5 | — 0.23 | 69 | 4.9 | — 0.33 | — 0.27 |
| η Ceti | 58 | 54.8 | + 0.09 | 69 | 4.4 | — 0.02 | + 0.05 |
| ζ Ophiuchi | 58 | 32.7 | + 0.28 | 50 | 3.8 | + 0.21 | + 0.25 |
| ϰ Virginis | 57 | 58.9 | — 0.27 | 58 | 4.6 | — 0.35 | — 0.30 |
| ε Eridani | 57 | 59.6 | — 0.52 | 45 | 4.2 | — 0.59 | — 0.55 |
| ι Ceti | 57 | 34.9 | + 0.04 | 40 | 4.0 | — 0.02 | + 0.02 |
| β Librae | 57 | 11.4 | + 0.28 | 37 | 4.2 | + 0.23 | + 0.26 |
| ϑ Aquarii | 56 | 29.1 | — 0.27 | 57 | 5.6 | — 0.35 | — 0.30 |

| | ZD | z—z' | τ—τ' | √p | B—R | (B—R) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 Hydrae | 56° 21′.7 | + 0″.35 | + 0″.74 | 3.5 | + 0″.25 | + 0″.28 |
| ϑ Virginis | 53 10.8 | — 0.05 | 54 | 6.6 | — 0.12 | — 0.08 |
| γ Aquarii | 50 6.0 | + 0.03 | 48 | 5.9 | + 0.09 | |
| δ Ceti | 48 18.7 | + 0.37 | 58 | 4.2 | + 0.44 | |
| η Virginis | 48 17.4 | + 0.25 | 76 | 5.4 | + 0.34 | |
| γ Piscium | 45 28.6 | — 0.02 | 43 | 7.0 | + 0.03 | |
| γ Ophiuchi | 45 27.0 | + 0.06 | 47 | 5.4 | + 0.11 | |
| ϑ Hydrae | 45 26.9 | — 0.47 | 64 | 5.3 | — 0.38 | |
| β Ophiuchi | 43 35.2 | — 0.04 | 39 | 10.0 | 0.00 | |
| α Equulei | 43 22.5 | — 0.13 | 58 | 6.4 | — 0.07 | |
| ω Piscium | 41 54.3 | — 0.24 | 56 | 4.7 | — 0.19 | |
| ζ Hydrae | 41 51.7 | — 0.08 | 69 | 6.6 | — 0.01 | |
| δ Piscium | 41 10.4 | + 0.22 | 72 | 4.2 | + 0.29 | |
| χ Leonis | 40 18.3 | + 0.12 | 61 | 6.9 | + 0.18 | |
| π Leonis | 39 39.7 | — 0.21 | 62 | 5.6 | — 0.16 | |
| o Virginis | 38 53.7 | + 0.04 | 54 | 6.4 | + 0.09 | |
| o Leonis | 37 50.3 | + 0.11 | 50 | 5.9 | + 0.15 | |
| ι Leonis | 37 6.2 | + 0.08 | 55 | 6.7 | + 0.13 | |
| α Leonis | 35 43 9 | — 0.15 | 63 | 6.2 | — 0.10 | |
| 60 Herculis | 35 19.2 | + 0.07 | 38 | 4.7 | + 0.10 | |
| ζ Aquilae | 34 29.5 | — 0.20 | 53 | 5.4 | — 0.16 | |
| 110 Herc. | 27 45.4 | — 0.07 | 75 | 7.6 | — 0.03 | |
| β Herc. | 26 29.5 | + 0.11 | 66 | 8.3 | + 0.15 | |
| λ Pegasi | 25 10.9 | — 0.27 | 60 | 7.3 | — 0.24 | |
| 41 Leon. min. | 24 28.6 | — 0.21 | 66 | 6.0 | — 0.18 | |
| ζ Leonis | 24 16.5 | — 0.16 | 58 | 6.8 | — 0.13 | |
| ε Leonis | 23 57.5 | + 0.12 | 49 | 6.6 | + 0.14 | |
| α Cor. bor. | 21 8.7 | — 0.03 | 45 | 6.7 | — 0.01 | |
| χ Gemin. | 20 7.4 | + 0.20 | 72 | 6.0 | + 0.23 | |
| τ Piscium | 18 39.9 | — 0.28 | 53 | 5.6 | — 0.26 | |
| ϱ Bootis | 17 23.1 | - 0.10 | 63 | 5.9 | — 0.08 | |
| 42 Leon. min. | 16 59.0 | — 0.02 | 62 | 7.0 | 0.00 | |
| ϑ Cor. bor. | 16 30.1 | — 0.25 | 45 | 6.7 | — 0.24 | |
| ϱ Herc. | 16 25.1 | + 0.14 | 62 | 7.2 | + 0.16 | |

II. Nördl. *ZD OC.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| β Cassiop. | 10 21.9 | — 0.23 | 42 | 8.3 | — 0.22 |
| ϑ Drac. | 10 37.4 | — 0.10 | 72 | 5.4 | — 0.08 |
| o Drac. | 11 2.7 | + 0.01 | 51 | 9.2 | + 0.02 |
| ι Drac. | 11 6.6 | — 0.07 | 42 | 7.4 | — 0.06 |
| η Cephei. | 13 13.3 | + 0.04 | 38 | 7.7 | + 0.05 |
| 4 Cassiop. | 13 30.0 | + 0.09 | 41 | 7.8 | + 0.10 |
| η Drac. | 13 31.8 | — 0.25 | 65 | 7.5 | — 0.23 |
| α Cephei | 13 55.9 | — 0.13 | 50 | 12.5 | — 0.12 |
| 20 Cephei | 14 3.9 | + 0.07 | 54 | 9.0 | + 0.08 |
| ϰ Cassiop. | 14 8.7 | — 0.02 | 47 | 6.4 | — 0.01 |
| ϑ Cephei | 14 25.8 | + 0.22 | 38 | 9.0 | + 0.23 |
| 12 H. Drac. | 14 42.0 | — 0.08 | 54 | 5.8 | — 0.06 |
| α Drac. | 16 39.0 | — 0.01 | 47 | 7.1 | 0.00 |
| i Drac. | 17 0.8 | + 0.06 | 42 | 5.8 | + 0.08 |

| | Z D | z—z' | τ—τ' | $\sqrt{p}$ | B—R |
|---|---|---|---|---|---|
| ι Cephei | 17° 26'.4 | — 0".03 | + 0°57 | 7.1 | — 0".01 |
| δ Drac. | 19 15.6 | + 0.06 | 39 | 8.0 | + 0.08 |
| λ Drac. | 21 40.8 | + 0.13 | 66 | 7.5 | + 0.16 |
| 50 Cassiop. | 23 42.2 | — 0.12 | 47 | 5.4 | — 0.10 |
| χ Drac. | 24 28.0 | — 0.14 | 56 | 9.0 | — 0.11 |
| Gr. 1586 | 25 8.9 | — 0.11 | 55 | 8.6 | — 0.08 |
| β Urs. min. | 26 21.3 | + 0.06 | 43 | 6.2 | + 0.08 |
| Br. 1147 | 27 51.0 | — 0.07 | 66 | 9.6 | — 0.03 |
| γ Cephei | 28 50.0 | — 0.02 | 45 | 7.4 | + 0.01 |
| ζ Urs. min. | 29 53.3 | + 0.17 | 58 | 5.3 | + 0.21 |
| 4 H. Drac. | 29 57.9 | — 0.08 | 52 | 9.1 | — 0.05 |
| 1 H. Drac. | 33 33.4 | — 0.18 | 56 | 9.4 | — 0.15 |
| ε Urs. min. | 33 58.9 | — 0.05 | 32 | 6.1 | — 0.03 |
| δ Urs. min. | 38 23.2 | — 0.09 | 42 | 9.3 | — 0.05 |
| α Urs. min. | 40 31.8 | — 0.10 | 60 | 8.6 | — 0.05 |
| III. Nördl. *Z D U C.* | | | | | |
| α Urs. min. | 43 0.8 | — 0.18 | 47 | 8.4 | — 0.13 |
| 51 H. Cephei | 44 33.6 | — 0.02 | 60 | 8.1 | + 0.04 |
| 1 H. Drac. | 49 59.1 | — 0.10 | 55 | 12.0 | — 0.03 |
| 4 H. Drac. | 53 34.5 | — 0.16 | 40 | 4.4 | — 0.10 |
| ζ Urs. min. | 53 39.1 | + 0.31 | 51 | 3.3 | + 0.04 |
| 24 H. Cam. | 54 39.3 | — 0.15 | 67 | 5.7 | — 0.05 |
| γ Cephei | 54 42.4 | — 0.05 | 54 | 4.7 | + 0.03 |
| Br. 1147 | 55 41.4 | — 0.14 | 56 | 4.2 | — 0.05 |
| β Urs. min. | 57 11.0 | + 0.10 | 60 | 9.3 | 0.00 |
| Gr. 1586 | 58 23.4 | — 0.24 | 60 | 5.0 | — 0.13 |
| χ Drac. | 59 4.2 | — 0.05 | 43 | 2.9 | + 0.03 |
| 50 Cassiop. | 59 50.1 | — 0.38 | 50 | 5.2 | — 0.29 |
| 5 H. Cam. | 60 44.5 | — 0.14 | 48 | 2.5 | — 0.55 |
| λ Drac. | 61 51.3 | + 0.12 | 51 | 4.1 | + 0.22 |
| Gr. 1308 | 63 4.7 | — 0.10 | 54 | 4.3 | — 0.12 |
| δ Drac. | 64 16.3 | + 0.63 | 49 | 1.4 | + 0.61 |
| ι Cephei | 66 5.4 | + 0.18 | 78 | 2.9 | + 0.14 |
| i Drac. | 66 31.0 | — 0.74 | 53 | 2.2 | — 0.77 |
| α Drac. | 66 52.8 | — 0.11 | 44 | 2.2 | — 0.13 |
| 12 H. Drac. | 68 49.5 | + 0.90 | 49 | 2.8 | + 0.87 |
| ϑ Cephei | 69 5.7 | — 0.05 | 78 | 3.3 | — 0.09 |
| κ Cassiop. | 69 22.7 | — 0.20 | 69 | 4.0 | — 0.24 |
| 20 Cephei | 69 27.5 | — 0.20 | 58 | 2.9 | — 0.23 |
| α Cephei | 69 35.6 | + 0.33 | 68 | 4.2 | + 0.30 |
| η Drac. | 69 59.7 | — 0.39 | 40 | 2.2 | — 0.41 |
| 4 Cassiop. | 70 1.5 | — 0.85 | 57 | 2.7 | — 0.88 |
| η Cephei | 70 18.1 | — 0.24 | 77 | 3.7 | — 0.26 |
| o Urs. maj. | 70 40.7 | — 0.26 | 42 | 2.5 | — 0.28 |
| ι Drac. | 72 24.5 | + 0.82 | 45 | 2.8 | + 0.80 |
| o Drac. | 72 28.3 | — 0.10 | 69 | 1.4 | — 0.15 |
| 2 Lyncis | 72 41.1 | + 0.07 | 55 | 2.5 | + 0.03 |
| ϑ Drac. | 72 53.6 | — 0.50 | 40 | 1.1 | — 0.53 |
| β Cassiop. | 73 9.0 | + 0.14 | 83 | 2.3 | + 0.08 |
| 15 Lyncis | 73 10.4 | — 0.01 | 67 | 2.1 | — 0.06 |

| | ZD | | $z - z'$ | $\tau - \tau'$ | $\sqrt{p}$ | B—R |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ζ Cephei | 74° | 2.1 | + 0.57 | + 0°55 | 2.4 | + 0.53 |
| δ Urs. maj. | 74 | 7.4 | — 0.16 | 47 | 2.2 | — 0.20 |
| β Urs. maj. | 74 | 47.4 | + 0.01 | 55 | 2.1 | — 0.03 |
| Br. 3077 | 75 | 7.5 | — 0.48 | 56 | 2.9 | — 0.52 |
| ε Urs. maj. | 75 | 12.3 | + 1.28 | 48 | 1.7 | + 1.24 |
| α Cassiop. | 75 | 45.0 | — 0.52 | 49 | 2.6 | — 0.56 |
| η Persei | 76 | 15.1 | + 0.54 | 53 | 1.0 | + 0.49 |
| γ Urs. maj. | 77 | 26.8 | + 0.55 | 35 | 1.3 | + 0.52 |
| γ Persei | 78 | 36.1 | + 1.27 | 42 | 1.8 | + 1.23 |
| Gr. 1460 | 78 | 38.0 | — 0.42 | 31 | 1.8 | — 0.46 |
| τ Persei | 79 | 21.6 | — 0.16 | 50 | 1.1 | — 0.22 |
| ϑ Bootis | 79 | 22.4 | + 0.80 | 57 | 1.4 | + 0.86 |
| ψ Cygni | 79 | 32.0 | — 0 88 | 78 | 0.9 | — 0.97 |
| ϑ Urs. maj. | 79 | 33.1 | — 0.77 | 53 | 1.8 | — 0.83 |
| 27 Lyncis | 79 | 53.5 | + 0.43 | 48 | 1.7 | + 0.37 |
| 3 Lacertae | 79 | 58.9 | 0.00 | 65 | 2.1 | — 0.08 |
| γ Drac. | 80 | 11.5 | — 0.03 | 39 | 1.0 | — 0.08 |
| φ Persei | 81 | 30.5 | + 0.35 | 82 | 1.2 | + 0.23 |
| ϑ Cygni | 81 | 41.7 | — 1.36 | 58 | 1.0 | — 1.44 |
| η Urs. maj. | 81 | 50.9 | — 0.56 | 54 | 1.1 | — 0.65 |
| 7 Lacertae | 81 | 55.2 | 0.00 | 60 | 1.5 | — 0.09 |
| α Persei | 82 | 10.6 | + 2.46 | 42 | 0.8 | + 2.40 |
| ψ' Aurig. | 82 | 19.7 | + 0.63 | 49 | 0.8 | + 0.55 |
| ι Persei | 82 | 26.8 | + 1.97 | 40 | 0.6 | + 1.90 |
| $\pi^2$ Cygni | 82 | 49.7 | + 0.15 | 58 | 0.6 | + 0.05 |
| ϑ Persei | 82 | 52.0 | + 0 73 | 50 | 1.1 | + 0.64 |
| ι Urs. maj. | 83 | 12.5 | — 0.14 | 54 | 1.0 | — 0.24 |
| χ Urs. maj. | 83 | 18.2 | — 0.68 | 40 | 0.7 | — 0.76 |
| υ Persei | 83 | 32.5 | + 0.74 | 68 | 1.2 | + 0.61 |
| 16 Lyncis | 83 | 48.7 | + 0.15 | 61 | 0.7 | + 0.03 |
| o Cassiop. | 83 | 55.3 | + 0.80 | 53 | 1.3 | + 0.69 |
| κ Urs. maj. | 84 | 4.5 | + 0.38 | 55 | 1.3 | + 0.26 |
| δ Persei | 84 | 10.6 | + 1.74 | 55 | 0.5 | + 0.41 |
| $o^1$ Cygni sq. | 85 | 10.9 | — 2.89 | 90 | 0.4 | — 3.11 |
| λ Andr. | 85 | 41.6 | — 1 86 | 61 | 0.4 | — 2.05 |
| ψ Urs. maj. | 86 | 30.2 | + 5.74 | 51 | 0.3 | + 5.57 |
| β Aurig. | 86 | 37.2 | + 0.35 | 50 | 0.3 | + 0.20 |
| α Cygni | 86 | 38.6 | + 2.88 | 92 | 0.2 | + 2.55 |

## IV. Der Ausdehnungskoeffizient der Luft.

Die astronomischen Bestimmungen dieser Konstanten können weniger dem Zwecke dienen, einen genauen Wert hierfür abzuleiten, als vielmehr dem, durch Vergleichung ihrer Resultate mit dem physikalisch bestimmten eine Kontrolle über die Richtigkeit der Voraussetzungen und Grundlagen der Theorie und über den Charakter des gesamten Beobachtungsinstrumentariums anzustellen. Betrachten wir die vorliegenden astronomischen Werte, so weichen diese unter sich und gegen den physikalischen Wert zum Teil so stark ab, daß man auf noch vorhandene Fehlerquellen schließen muß. Es können aber auch die astronomischen Methoden nicht die gleiche Genauigkeit gewähren, wie die physikalischen. Setzen wir die astronomische Refraktion an in der bekannten Form

$$R = \alpha \, tg \, z \, (B \cdot T)^A \cdot \gamma^\lambda$$

so erhält man durch logarithmische Differentiation

$$dR = R \cdot \lambda \frac{d\gamma}{\gamma} = R \cdot \lambda \frac{t\,dm}{1+mt}$$

oder für 2 verschiedene Temperaturen mit hinreichender Annäherung

$$z_1 - z_2 = R_m \cdot \lambda \cdot (t_1 - t_2) \Delta m,$$

wo $R_m$ das Mittel der Refraktionen für die beiden Temperaturen ist. Setzen wir noch $z_1 - z_2 = \Delta z$, $t_1 - t_2 = \Delta t$, so ist, wenn wir den Faktor $\lambda$ zunächst $= 1$ setzen,

$$d\Delta m = \frac{d\Delta z}{R_m \Delta t} - \frac{\Delta m}{\Delta t} d\Delta t.$$

Es ist also $\Delta t$ möglichst groß zu wählen; damit wird möglicherweise die eine Beobachtung dem Sommer, die andere dem Winter angehören. Das gibt schon zu Bedenken Anlaß. Ist $m$ nahezu richtig angesetzt, so wird das zweite Glied rechts nur klein sein, vorausgesetzt, daß auch $d\Delta t$ nicht groß ist. Da $R_m d\Delta t = d\Delta z =$ Änderung der Refraktion für $d\Delta t$ Temperaturänderung ist, so folgt

$$\frac{d\Delta z}{R\Delta t} = \frac{m\,d\Delta t}{\Delta t}.$$

Ist $d\Delta t = 0^0.1$, $\Delta t = 10^0$, so wird für $m = 0.003668$, $d\Delta m = 0.000037$. Ein Temperaturfehler von $0^0.1$ ist aber sehr leicht möglich. Setzen wir noch $\Delta z = 0''.1$, so wird

| $ZD$ | $d\Delta m$ | $ZD$ | $d\Delta m$ |
|---|---|---|---|
| 40° | 0.000196 | 70° | 0.000061 |
| 50 | 139 | 80 | 30 |
| 60 | 96 | 85 | 16 |

Ein systematischer Fehler in $z$ von dieser Größe ist ebenfalls nicht ausgeschlossen. Wir sehen, mit welchen Differenzen wir bei der astronomischen Bestimmung von $m$ von vorneherein rechnen müssen; und doch sind hieraus manchmal ganz unzulässige Folgerungen gezogen worden.

Einige neuere Beobachtungsreihen haben in Bezug auf die Berücksichtigung des Wasserdampfgehaltes der Luft Zweifel entstehen lassen, die noch nicht vollständig behoben sind; ich sehe mich daher veranlaßt, auf diese etwas näher einzugehen. Es sei zunächst kurz erwähnt, daß bekanntlich Gyldén (Publ. V des Observations de Poulcova) gefunden hat, daß sowohl die von Peters in den Jahren 1844—49 am Vertikalkreise der Pulkowaer Sternwarte angestellten Beobachtungen als auch die Bessels (Abt. 7 der Königsberger Annalen) eine Abhängigkeit des $m$ von der Jahreszeit oder der Sternzeit verraten. Für die ersteren findet er für die Stunden $0^h—12^h$ $m = 0.003630$, $12^h—24^h$ $m = 0.003769$. Die Differenz ist von einer Größenordnung, die sich sehr leicht mit systematischen Fehlern zwischen Sommer- und Winterbeobachtungen erklären läßt, zumal auch Gyldén die Breitenvariation noch nicht in Rechnung stellen konnte. Auch Nyréns Resultate (Publ. de l'Obs. Central Nicolas, Serie II, Vol. II) lassen Unterschiede der obigen Art erkennen, die ebenfalls als reell kaum angesehen werden können.

Von Bedeutung ist die Arbeit von Bauschinger am Münchner Meridiankreise in den Jahren 1891—93 (Neue Annalen der K. Sternwarte in München, Bd. III) geworden, weil sie außer anderen Faktoren auch die Wirkung des Dampfdrucks in eingehender Weise behandelt. Wie Bauschinger selbst sagt, hat sich seine Hoffnung, einige sichere Resultate aus diesem so verwickelten Problem (der astron. Refraktion) zu gewinnen, leider nur zum Teil erfüllt. Es waren aber auch infolge der Beschaffenheit des Beobachtungsraums und der Stellung des Meridiankreises in ihm Forderungen an ihn gestellt, die im einzelnen zu berücksichtigen nach Beobachtung und Theorie außerordentlich schwierig war. Andererseits scheint mir jedoch, daß die Reduktion der Beobachtungen einiger, wenn auch zum Teil nur unmerklicher Berichtigungen bedarf. So geben z. B. die auf Seite 48 angesetzten Gleichungen die Teilungsfehler und nicht die Strichkorrektionen. Ist die Rechnung nach diesen ausgeführt, so sind die Korrektionen mit unrichtigem Vorzeichen angesetzt. Damit erklärt sich dann auch wohl, daß die Übereinstimmung der Beobachtungen in beiden Kreislagen nach Anbringung der Teilungsfehler eine schlechtere wurde, weshalb Bauschinger es vorzog, sie ganz unberücksichtigt zu lassen. Auch die Diskontinuität in der Polhöhenkurve (pag. 164) bei dem Übergange zur anderen Kreislage, Dezember 1892, sowie die Vergleichung der Dekli-

nationen beider Kreislagen (§ 11) deuten darauf hin, daß systematische Unterschiede in den beiden Lagen vorhanden sind.

Der Ausdehnungskoeffizient wird durch die Vergleichung von je 4 bei hoher und tiefer Temperatur beobachteten *ZD* von $62^0$—$84^0$ *ZD* abgeleitet mit dem Ergebnis: $m = 0.003780 \pm 33$. Die große Differenz gegen den physikalischen Wert erklärt Bauschinger mit der Art der Berücksichtigung des Dampfdrucks durch Radau, dessen Tafeln der Berechnung zu Grunde liegen. Er wiederholt die Ausgleichung, indem er jetzt statt der Temperaturextreme die Dampfdruckextreme und als Unbekannte die Verbesserung des Dampfdruckkoeffizienten einführt. Statt des Faktors $^1/_8 \frac{\pi}{760}$ ergibt sich $\frac{4.4}{8} \cdot \frac{\pi}{760}$ und daraus schließt Bauschinger, daß statt der optischen Dichtigkeit Radaus die physikalische zu wählen sei, die mit dem Faktor $(1 - {}^3/_8 \frac{\pi}{760})\, B$ eingeht.

Schon Radau hat Bull. astr. XII, pag. 390 darauf hingewiesen, daß diese Schlußfolgerung wenig wahrscheinlich ist, denn das Verhältnis der brechenden Kräfte von Wasserdampf und trockner Luft, welches die brechende Kraft des Gemenges bestimmt, ist nach den physikalischen Untersuchungen $0.88 = 1 - {}^1/_8$, und nicht 0.625 — allerdings zunächst nur unter normalen Verhältnissen; aber es ist nicht anzunehmen, daß selbst bei dem geringen Drucke, mit welchem wir es hier beim Wasserdampf zu thun haben, sich der Wert von $c$ in der bekannten Relation $\mu^2 - 1 = c\varrho$ (wo $\varrho$ = Dichte) so stark ändert, daß damit der Brechungsexponent des Wasserdampfes von 1.000259 in 1.000183 übergeht. Auch nach Jamin (Bull. astr. XXIII, pag. 258) ist der Brechungsexponent der feuchten Luft nur sehr wenig verschieden von dem der trocknen.

Später (Bull. astr. XXIII, pag. 250 ff.) geht Radau noch einmal hierauf ein; er sucht hier durch Stichproben darzulegen, daß Bauschingers Ergebnis nur ein Rechenresultat sei, daß durch eine andere Anordnung der Rechnung sich ein ganz anderes Bild ergäbe. Wir haben in der Tat auch oben gesehen, welche Genauigkeit von den Beobachtungen zu fordern ist, damit eine Abweichung von 117 Einheiten der sechsten Stelle noch als verbürgt angesehen werden kann. Bei Bauschinger sind die Temperaturdifferenzen zum Teil sehr groß — über $20^0$; damit wird der Koeffizient der Unbekannten allerdings auch sehr groß, aber ob nicht besonders bei den hohen Temperaturen noch anderweitige störende Einflüsse, wie Saalrefraktion, instrumentelle Änderungen etc. im Spiele sind, muß dahin gestellt bleiben. Sodann gehören die beiden kombinierten Beobachtungen verschiedenen Jahreszeiten an, sodaß die Unsicherheiten der Breitenvariation in Betracht kommen. Bauschinger

mußte die Polhöhenkurve aus seinen eigenen Beobachtungen ableiten; in sie gingen also die Fehler des Ausdehnungskoeffizienten (oder des Dampfdrucks) mit ein. Gegen die später erschienene Albrechtsche Kurve weist sie auch Differenzen bis zu 0."3 auf.

Auffallenderweise gelangt Courvoisier zu einem ähnlichen Resultat (Unters. über die astr. Refr.), der in den Jahren 1899—1901 auf der Sternwarte Königstuhl (Heidelberg) eine gleiche Arbeit ausgeführt hat wie Bauschinger, also in einer Lage, die hierfür sehr geeignet erscheint; außerdem entsprach die Beschaffenheit des Beobachtungsraums allen Anforderungen. Ich habe diese Arbeit im 40. Jahrgang der V. d. A. G. besprochen, worauf ich hier verweisen muß.

Zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten schlägt Courvoisier das gleiche Verfahren ein wie Bauschinger; er vergleicht je 4 bei hohen und 4 bei tiefen Temperaturen beobachtete *ZD* mit einander, geht aber bis zu $z = 37^0$. Während der Arbeit wurde das ursprüngliche nicht befriedigende Objektiv gegen ein anderes vertauscht; später wurden Objektiv und Okular gewechselt und kurz vor Schluß die Kreislagen. Es ist nicht ersichtlich, wie weit auf diese Änderungen bei der Auswahl der Beobachtungen Rücksicht genommen ist. Einige Stichproben zeigten mir, daß dieses offenbar nicht der Fall gewesen ist. So scheinen z. B. die Sterne $\alpha$ Drac., $\lambda$ Bootis *UC*, $\delta$ und $\gamma$ Urs. maj. *UC* in den beiden Temperaturextremen in verschiedenen Zuständen des Instruments beobachtet zu sein. Es muß daher fraglich erscheinen, ob das benutzte Material die für den vorliegenden Zweck geeignete Homogenität besitzt.

Auf die Art der Ausgleichung Courvoisiers habe ich bereits im vorigen Abschnitt aufmerksam gemacht. Er bestimmt zunächst Temperaturfehler und Korrektion des Ausdehnungskoeffizienten, erhält aber für den letzteren einen sehr großen Wert, 0.003813. Deshalb führt er nach dem Vorgange Bauschingers auch noch den Dampfdruck in die Ausgleichung ein und erhält jetzt $m = 0.003726$ und in Bezug auf den Dampfdruck das gleiche Resultat wie Bauschinger: Statt der optischen Dichtigkeit ist die physikalische zu setzen. Als sehr sicher können diese Ergebnisse Courvoisiers nicht betrachtet werden, denn da die Extreme von Temperatur, Dampfdruck und Temperaturdifferenz sehr nahe zusammenfallen, laufen die Koeffizienten der Unbekannten parallel mit einander und ihre Bestimmung ist daher unsicher.

Außer der bereits genannten Untersuchung von Nyrén ist noch eine weitere von ihm bemerkenswert, die sich auf die Beobachtungen 1894—1902 bezieht. (Publ. de l'Obs. Central Nicolas, Vol. XV.) Unter Berücksichtigung

der optischen Dichtigkeit der Luft erhielt er statt des Wertes $m = 0.003771$ aus 1885—91 den kleineren $m = 0.003721$ und nach einer zweiten Methode, Kombination von $OC$ und $UC$, m = 0.003686, also Werte, die sich dem physikalischen sehr nähern. Führt man aber die physikalische Dichtigkeit ein, so ergibt sich $m = 0.003515$, also ein viel zu kleiner Wert.

Zum Schluß will ich noch zwei Arbeiten von der Sternwarte Odessa erwähnen, von Koudriawtzew (1901—02) und Bonsdorff (1908—09), die am Repsoldschen Vertikalkreis ausgeführt sind. Der erstere geht aus von dem Resultat Gyldéns, wonach sich in der Refraktion Änderungen von Jahresperiode zeigen, die sich bei der Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten offenbaren. Koudriawtzew hält solche von Tagesperiode ebenso sehr für möglich und führt deshalb in die Bedingungsgleichungen Glieder dieser Form ein, zugleich auch noch die Biegung. Objektiv und Okular sind 11 mal mit einander vertauscht; für jede Lage bildet er das Mittel aus den $ZD$ jedes Sterns und setzt deren Differenz ein als Funktion von Biegung, Ausdehnungskoeffizient, der proportional der Mitteltemperatur bei jeder Objektivlage angenommen wird, Stundenwinkel der Sonne und von $AR$ Differenz: Sonne—Stern. Aus 283 Sternen mit $ZD > 60^0$ ergibt sich unter nachträglicher Vernachlässigung des letzten Gliedes

$$m = 0.003775 \pm 33$$

als definitiver Wert. Läßt man auch das Stundenwinkelglied fort, so folgt $m = 0.003554$. Der Dampfdruck ist nicht berücksichtigt; doch meint Koudriawtzew, daß er zum Teil durch die von dem Stundenwinkel der Sonne abhängigen Glieder in Rechnung gestellt sei. Das hätte wohl des näheren Nachweises bedurft, zumal im allgemeinen durch Einführung des Dampfdrucks eine Verminderung des Ausdehnungskoeffizienten erfolgt, hier aber durch die Sonnenglieder eine starke Vermehrung. Ob die Temperaturdifferenzen in den beiden Objektivlagen so groß sind, daß sie zur Bestimmung von so kleinen Korrektionen, wie sie hier in Frage kommen, ausreichen, läßt sich nicht ohne weiteres übersehen; es kann daher auch nicht beurteilt werden, wie weit die Abweichung des obigen Wertes von $m$ gegen den physikalischen Wert reelle Bedeutung hat.

Ein anderes Verfahren schlägt Bonsdorff ein: Er führt die Verbesserung des Ausdehnungskoeffizienten und des Faktors für den Dampfdruck als Unbekannte in die Bedingungsgleichungen ein und bildet diese für sämtliche Beobachtungen jedes einzelnen Sterns für $ZD > 60^0$, nimmt dann aber keine Mittelungen von größeren Gruppen von Beobachtungen jedes Sterns vor, um rasch verlaufende Änderungen der Temperatur oder der Feuchtigkeit

dadurch nicht wieder zu verschleiern, sondern führt die Ausgleichung streng durch mit dem Ergebnis $m = 0.003645$ und $1 - \frac{1.12}{8} \cdot \frac{\pi}{B}$ für die Berücksichtigung des Dampfdrucks. Eine Abhängigkeit von der $ZD$ zeigt sich nicht, wohl aber von der $AR$, besonders in $m$, wo die Winterbeobachtungen stark abweichen. Deshalb wird $m$ unter Zugrundelegung der optischen Dichtigkeit noch nach einer anderen Methode bestimmt, die etwaige zeitliche Änderungen der Refraktion ausschließt. Es werden nahe gleichzeitige Beobachtungen desselben Sterns, soweit ihre Temperaturdifferenz $4^0$ übersteigt, mit einander kombiniert, insgesammt 737 Paare. Das ganze Material ergibt $m = 0.003732$, aber zwischen Sommer- und Winterbeobachtungen einerseits und Frühlings- und Herbstbeobachtungen andererseits eine Differenz von 121 Einheiten, die sich durch weitere Untersuchungen nicht aufklärt. Ich meine mit Bonsdorff, daß diese überhaupt nicht reell ist, denn die Temperaturdifferenz von $4^0$ ist doch recht gering. Als definitiver Wert wird angenommen

$$m = 0.003718,$$

der dem physikalischen Werte sehr nahe kommt.

Bei allen diesen Untersuchungen außer der von Courvoisier ist, so weit ich sehe, die bereits eingangs dieses Abschnitts erwähnte Vernachlässigung des Faktors $\lambda$ eingetreten, so daß die Resultate einer Verkleinerung bedürfen; in welchem Umfange, läßt sich schwer überschlagen. Da bei $z = 80^0$ $\lambda = 1.04$ ist, ist sie jedenfalls nicht zu vernachlässigen. E. von Oppolzer, der diesen Faktor mit $(1 + y_1 + y_2)$ bezeichnet, hat bei Bauschinger und Nyrén bereits hierauf aufmerksam gemacht (l. c. pag. 598).

Ich gehe nunmehr zu meinen eigenen Beobachtungen über. Da ein ausgesprochener Temperaturfehler sich nicht ergeben hat und da es kaum noch zweifelhaft erscheint, daß zur Berücksichtigung des Dampfdrucks die optische Dichtigkeit der Luft zu wählen ist, so habe ich zunächst nur die Verbesserung des Ausdehnungskoeffizienten in die Bedingungsgleichungen eingeführt. Diese wurden nach der strengen Formel angesetzt. Wenn auch in dieser der Koeffizient der Unbekannten für Sterne höherer $ZD$ nur gering ist, so können diese wegen ihrer zum Teil großen Anzahl von Beobachtungen doch immerhin einen wertvollen Beitrag liefern, vorausgesetzt, daß man die Auswahl der Beobachtungen bei hoher und tiefer Temperatur nicht von vorneherein fest begrenzt, wozu aber keinerlei Veranlassung vorliegt. Ich habe demgemäß alle Sterne bis $z = 35^0$ im Süden und $40^0$ im Norden herangezogen, ihre Beobachtungen nach der Temperatur geordnet und sodann die Auswahl so

getroffen, daß die Temperaturdifferenz: hoch—niedrig möglichst $10^0$ erreichte. Es blieben so nur verhältnismäßig wenig Beobachtungen unberücksichtigt. Die Beobachtungen bei hoher und bei tiefer Temperatur wurden alsdann gemittelt. Ist $n$ ihre Anzahl, $\varepsilon$ der $mF$ einer $ZD$, so ergibt sich, wenn der Gewichtseinheit der $mF \pm 1''00$ entspricht,

$$\sqrt{p} = \frac{1}{\varepsilon}\sqrt{\frac{n}{2}}.$$

In der nachfolgenden Tabelle sind gegeben: Stern, schb. $ZD$, $z_2 - z_1$, in dem Sinne: Hohe Temperatur $t_2$ — tiefe Temperatur $t_1$, $t_2 - t_1$, $\sqrt{p}$ und unter $M$ der Faktor von $\Delta m$.

**Tabelle II.**

| | ZD | $z_2-z_1$ | $t_2-t_1$ | $\sqrt{p}$ | $M$ | $B-R$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| β Fornacis | 80° 57″1 | — 0″07 | + 9°5 | 1.3 | 0.168 | — 0″15 |
| ξ Hydrae | 79 24.9 | + 1.08 | 13.3 | 1.4 | 216 | + 0.98 |
| Lac. μ Forn. | 79 20.0 | — 1.14 | 8.6 | 1.4 | 139 | — 1.20 |
| α Antliae | 78 40.5 | + 0.10 | 12.2 | 1.9 | 251 | + 0.03 |
| γ Sagitt. | 78 33.4 | + 0.06 | 9.0 | 1.1 | 106 | 0.00 |
| α Pisc. austr. | 78 18.1 | — 1.18 | 9.0 | 1.3 | 122 | — 1.24 |
| ϱ Can. maj. | 78 9.2 | — 0.81 | 6.0 | 0.8 | 49 | — 0.85 |
| α Sculpt. | 78 2.9 | — 0.38 | 10.5 | 1.7 | 182 | — 0.45 |
| ι Sculpt. | 77 41.3 | + 1.23 | 10.1 | 1.4 | 140 | + 1.16 |
| 12 Eridani | 77 31.9 | + 0.07 | 14.9 | 1.5 | 219 | — 0.03 |
| η Pisc. austr. | 77 5.4 | — 0.78 | 11.0 | 1.4 | 145 | — 0.85 |
| τ Navis | 76 51.1 | — 1.15 | 7.1 | 1.4 | 92 | — 1.19 |
| δ Sculpt. | 76 50.6 | + 0.88 | 8.8 | 1.5 | 122 | + 0.82 |
| λ Pyxidis | 76 32.3 | — 1.30 | 10.8 | 1.7 | 166 | — 1.36 |
| ϰ² Sculpt. | 76 31.1 | + 0.10 | 7.8 | 1.5 | 106 | + 0.05 |
| c Sagitt. | 76 8.6 | + 0.39 | 10.7 | 1.5 | 141 | + 0.33 |
| ε Pisc. austr. | 75 43.8 | — 0.84 | 11.3 | 1.3 | 121 | — 0.90 |
| ω Capric. | 75 27.3 | — 0.16 | 13.4 | 2.4 | 267 | — 0.23 |
| BAC 4253 | 74 43.3 | — 0.02 | 13.0 | 2.3 | 236 | — 0.09 |
| π Hydrae | 74 20.4 | + 0.87 | 12.1 | 1.8 | 187 | + 0.61 |
| ϑ Ophiuchi | 73 3.3 | — 0.27 | 13.2 | 2.3 | 214 | — 0.33 |
| ϰ Fornacis | 72 26.8 | + 0.24 | 7.8 | 2.0 | 106 | + 0.20 |
| 51 Ophiuchi | 72 2.7 | + 0.55 | 12.3 | 1.8 | 148 | + 0.49 |
| Br. 2333 | 71 45.4 | — 0.44 | 7.5 | 1.6 | 79 | — 0.47 |
| π Sagitt. | 69 21.3 | + 0.83 | 8.3 | 2.3 | 109 | + 0.80 |
| Lal 18817 | 68 49.8 | + 0.18 | 10.0 | 4.7 | 262 | + 0.14 |
| Lal 24277 | 68 12.1 | — 0.38 | 13.5 | 3.7 | 270 | — 0.43 |
| ι Librae | 67 34.5 | + 0.36 | 9.1 | 3.4 | 162 | + 0.33 |
| γ Capric. | 65 18.3 | + 0.81 | 12.4 | 2.1 | 123 | + 0.77 |
| δ Corvi | 64 7.2 | + 0.05 | 13.6 | 3.9 | 257 | + 0.05 |
| η Ophiuchi | 63 46.6 | + 1.10 | 9.7 | 2.8 | 119 | + 1.07 |
| δ Crateris | 62 24.2 | + 0.43 | 13.3 | 2.5 | 137 | + 0.39 |

| | *ZD* | $z_2-z_1$ | $t_2-t_1$ | $\sqrt{p}$ | *M* | *B—R* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\gamma$ Eridani | 61° 59.′0 | — 0.″47 | + 8°5 | 2.7 | 0.084 | — 0.″49 |
| $\nu$ Aquarii | 59 58.4 | + 0.37 | 15.7 | 3.3 | 193 | + 0.33 |
| Br. 2329 | 59 14.5 | + 0.18 | 7.5 | 3.7 | 102 | + 0.16 |
| $\eta$ Ceti | 58 54.8 | + 0.32 | 11.2 | 4.5 | 181 | + 0.29 |
| $\zeta$ Ophiuchi | 58 32.7 | + 0.44 | 8.8 | 3.8 | 118 | + 0.42 |
| $\varkappa$ Virginis | 57 58.9 | 0.00 | 13.3 | 3.7 | 170 | — 0.03 |
| $\varepsilon$ Eridani | 57 59.6 | + 0.09 | 14.4 | 3.7 | 184 | + 0.06 |
| $\iota$ Ceti | 57 34.9 | + 0.89 | 10.1 | 2.8 | 96 | + 0.87 |
| $\beta$ Librae | 57 11.4 | + 0.47 | 9.5 | 3.3 | 105 | + 0.45 |
| $\vartheta$ Aquarii | 56 29.1 | + 0.08 | 12.2 | 4.6 | 184 | + 0.05 |
| 19 Hydrae | 56 21.7 | — 0.27 | 11.6 | 3.3 | 124 | — 0.29 |
| $\tau$ Orionis | 55 8.8 | + 0.42 | 7.1 | 3.0 | 98 | + 0.40 |
| $\beta$ Eridani | 53 24.6 | — 0.18 | 7.6 | 2.3 | 53 | — 0.20 |
| $\vartheta$ Virginis | 53 10.8 | — 0.21 | 12.7 | 5.7 | 254 | — 0.24 |
| $\gamma$ Aquarii | 50 6.0 | — 0.14 | 12.1 | 4.3 | 134 | — 0.16 |
| $\delta$ Ceti | 48 18.7 | — 0.16 | 12.2 | 3.3 | 98 | — 0.18 |
| $\eta$ Virginis | 48 17.4 | — 0.27 | 14.1 | 5.4 | 206 | — 0.29 |
| $\gamma$ Piscium | 45 28.6 | 0.00 | 9.0 | 4.7 | 93 | — 0.01 |
| $\gamma$ Ophiuchi | 45 27.0 | + 0.19 | 9.6 | 4.3 | 91 | + 0.18 |
| $\vartheta$ Hydrae | 45 26.9 | — 0.16 | 11.1 | 4.9 | 120 | — 0.18 |
| $\beta$ Ophiuchi | 43 35.2 | + 0.17 | 8.5 | 8.9 | 156 | + 0.16 |
| $\alpha$ Equulei | 43 22.5 | + 0.10 | 15.2 | 3.8 | 116 | + 0.12 |
| $\gamma$ Orionis | 41 56.5 | + 0.02 | 8.2 | 2.6 | 41 | + 0.01 |
| $\omega$ Piscium | 41 54.3 | + 0.06 | 8.3 | 3.9 | 45 | + 0.05 |
| $\zeta$ Hydrae | 41 51.7 | — 0.10 | 12.1 | 5.4 | 126 | — 0.11 |
| $\delta$ Piscium | 41 10.4 | + 0.40 | 9.5 | 4.2 | 75 | + 0.39 |
| $\chi$ Leonis | 40 18.3 | — 0.18 | 12.9 | 5.9 | 139 | — 0.19 |
| $\pi$ Leonis | 39 39.7 | + 0.07 | 13.9 | 4.7 | 117 | + 0.05 |
| $o$ Virginis | 38 53.7 | — 0.12 | 14.3 | 5.2 | 161 | — 0.13 |
| $\iota$ Leonis | 37 6.2 | — 0.13 | 12.9 | 5.7 | 120 | — 0.14 |
| $\alpha$ Leonis | 35 43.9 | + 0.04 | 12.0 | 5.2 | 97 | + 0.03 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ Urs. min. *OC* | 40 31.8 | + 0.16 | 15.9 | 7.6 | 0.223 | + 0.14 |
| $\alpha$ „ „ *UC* | 43 0.8 | — 0.03 | 22.3 | 7.7 | 346 | — 0.06 |
| 51 H. Cephei | 44 33.6 | + 0.15 | 7.4 | 6.5 | 102 | + 0.14 |
| 1 H. Drac. | 49 59.1 | + 0.17 | 15.2 | 9.2 | 364 | + 0.14 |
| 4 H. Drac. | 53 34.5 | — 0.51 | 9.4 | 4.0 | 110 | — 0.53 |
| $\zeta$ Urs. min. | 53 39.1 | + 0.19 | 10.1 | 3.4 | 101 | + 0.17 |
| 24 H. Cam. | 54 39.3 | + 0.37 | 6.9 | 4.7 | 99 | + 0.36 |
| $\gamma$ Cephei | 54 42.4 | — 0.25 | 14.7 | 4.4 | 211 | — 0.28 |
| Br. 1147 | 55 41.4 | — 0.09 | 11.4 | 3.4 | 122 | — 0.11 |
| $\beta$ Urs. min. | 57 11.0 | + 0.07 | 14.5 | 8.4 | 408 | + 0.04 |
| Gr. 1586 | 58 23.4 | + 0.19 | 13.0 | 4.3 | 196 | + 0.16 |
| 50 Cassiop. | 59 50.1 | 0.00 | 11.0 | 4.3 | 192 | — 0.12 |
| 5 H. Cam. | 60 44.5 | + 0.27 | 10.4 | 2.0 | 80 | + 0.24 |
| $\lambda$ Drac. | 61 51.3 | + 0.18 | 7.8 | 3.3 | 104 | + 0.16 |
| Gr. 1308 | 63 4.7 | — 0.12 | 7.4 | 3.0 | 94 | — 0.14 |
| $\iota$ Cephei | 66 5.4 | — 0.35 | 13.2 | 2.7 | 174 | — 0.39 |
| $i$ Drac. | 66 31.0 | + 0.27 | 9.1 | 2.2 | 99 | + 0.24 |
| $\alpha$ Drac. | 66 52.8 | — 0.17 | 8.7 | 2.4 | 106 | — 0.20 |

| | ZD | $z_2 - z_1$ | $t_2$ $t_1$ | $\sqrt{p}$ | M | B—R |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 H. Drac. | 68° 49′.5 | — 0″.04 | + 10°.2 | 2.9 | 0.165 | — 0″.08 |
| ϑ Cephei | 69 5.7 | + 0.30 | 12.5 | 3.0 | 212 | + 0.25 |
| ϰ Cassiop. | 69 22.7 | + 0.19 | 14.2 | 2.4 | 196 | + 0.14 |
| 20 Cephei | 69 27.5 | + 0.16 | 13.8 | 2.6 | 207 | + 0.11 |
| α Cephei | 69 35.6 | + 0.34 | 14.7 | 2.6 | 223 | + 0.28 |
| 4 Cassiop. | 70 1.5 | — 0.19 | 13.5 | 2.5 | 201 | — 0.24 |
| η Cephei | 70 18.1 | + 0.17 | 12.2 | 3.4 | 250 | + 0.12 |
| ο Urs. maj. | 70 40.7 | + 1.66 | 13.0 | 1.7 | 136 | + 1.61 |
| ι Drac. | 72 24.5 | — 0.40 | 13.3 | 2.5 | 227 | — 0.46 |
| 2 Lyncis | 72 41.1 | — 0.14 | 6.5 | 2.3 | 104 | — 0.17 |
| ϑ Drac. | 72 53.6 | + 0.31 | 10.0 | 1.3 | 91 | + 0.26 |
| β Cassiop. | 73 9.0 | + 0.23 | 16.5 | 2.1 | 234 | + 0.16 |
| 15 Lyncis | 73 10.4 | + 0.85 | 7.9 | 1.7 | 96 | + 0.81 |
| ζ Cephei | 74 2.1 | — 0.54 | 13.7 | 2.4 | 248 | — 0.61 |
| δ Urs. maj. | 74 7.4 | + 0.50 | 9.8 | 1.8 | 134 | + 0.45 |
| β Urs. maj. | 74 47.4 | + 0.14 | 9.3 | 1.8 | 140 | + 0.09 |
| Br. 3077 | 75 7.5 | — 0.06 | 12.8 | 2.8 | 292 | — 0.13 |
| ε Urs. maj. | 75 12.3 | + 0.23 | 12.2 | 1.6 | 160 | + 0.16 |
| α Cassiop. | 75 45.0 | — 0.30 | 14.5 | 2.3 | 285 | — 0.73 |
| η Persei | 76 15.1 | + 0.42 | 8.7 | 1.1 | 85 | + 0.37 |
| γ Urs. maj. | 77 26.8 | + 0.17 | 8.5 | 1.3 | 108 | + 0.11 |
| γ Persei | 78 36.1 | — 0.18 | 7.1 | 2.0 | 152 | — 0.23 |
| Gr. 1460 | 78 38.0 | + 0.20 | 13.0 | 1.2 | 168 | + 0.12 |
| τ Persei | 79 21.6 | — 0.36 | 7.9 | 1.3 | 118 | — 0.42 |
| ϑ Bootis | 79 22.4 | + 0.44 | 8.6 | 1.3 | 129 | + 0.37 |
| ϑ Urs. maj. | 79 33.1 | — 0.39 | 12.9 | 1.4 | 212 | — 0.49 |
| 27 Lyncis | 79 53.5 | — 0.02 | 10.6 | 1.1 | 145 | — 0.11 |
| 3 Lacertae | 79 58.9 | 0.00 | 13.6 | 1.6 | 267 | — 0.11 |
| φ Persei | 81 30.5 | + 0.41 | 14.9 | 1.1 | 239 | + 0.27 |
| η Urs. maj. | 81 50.9 | — 0.55 | 9.2 | 1.0 | 139 | — 0.64 |
| 7 Lacertae | 81 55.2 | — 0.52 | 13.6 | 1.2 | 249 | — 0.66 |
| α Persei | 82 10.6 | — 0.49 | 8.0 | 0.9 | 114 | — 0.57 |
| ψ[1] Aurig. | 82 19.7 | — 1.78 | 7.3 | 0.7 | 82 | — 1.86 |
| ι Persei | 82 26.8 | + 0.56 | 7.4 | 0.7 | 85 | + 0.48 |
| π[2] Cygni | 82 49.7 | + 2.12 | 10.8 | 0.6 | 112 | + 2.00 |
| ϑ Persei | 82 52.0 | + 0.22 | 7.2 | 0.9 | 112 | + 0.10 |
| ι Urs. maj. | 83 12.5 | + 1.47 | 12.7 | 0.7 | 163 | + 1.32 |
| υ Persei | 83 32.5 | + 1.53 | 14.2 | 1.0 | 272 | + 1.37 |
| 26 Lyncis | 83 48.7 | + 2.88 | 7.5 | 0.7 | 105 | + 2.78 |
| ο Cassiop. | 83 55.3 | — 2.20 | 10.5 | 0.9 | 193 | — 2.34 |
| ϰ Urs. maj. | 84 4.5 | — 2.63 | 14.0 | 0.8 | 235 | — 2.83 |
| δ Persei | 84 10.6 | — 0.82 | 9.1 | 0.6 | 106 | — 0.95 |
| β Aurig. | 86 37.2 | — 0.48 | 9.3 | 0.4 | 133 | — 0.70 |

Die Ausgleichung des ganzen Materials ergibt, wenn wir noch $i = 100\frac{\Delta m}{m}$ setzen:

$$3.454\, i = +2.2101$$
$$i = +0.640$$
$$\Delta m = +0.0000234 \pm 62$$
$$m = 0.003686.$$

Die Darstellung ist in der Kolumne $B-R$ der obigen Tabelle gegeben. Wenn auch diese Lösung bereits nichts mehr zu wünschen übrig läßt und sie sehr nahe mit dem physikalischen Werte übereinstimmt, so habe ich, da sich bei anderen Untersuchungen gewisse Widersprüche zeigten, noch einige weitere Sonderausgleichungen ausgeführt. Nach den Meridianhälften getrennt fand sich

| Südhälfte | Nordhälfte |
|---|---|
| $\Delta m = +0.0000265 \pm 97$ | $\Delta m = +0.0000211 \pm 78$ |
| $m = 0.003690$ | $m = 0.003684$ |

also befriedigende Übereinstimmung. Störende Schichtenneigungen sind offenbar nicht vorhanden.

Für die Trennung nach $AR$ habe ich zusammengefaßt die Stunden $9-21^h$, die hauptsächlich in die wärmere Jahreszeit (Temperatur über $10^0$) fallen, und die Stunden $21^h-9^h$, die in die kältere (unter $10^0$) fallen. Das Resultat ist ebenfalls nach Meridianhälften getrennt:

| | Südhälfte | Nordhälfte | |
|---|---|---|---|
| $\Delta m =$ | $+0.000057$ | $+0.000051$ | $AR = 21^h - 9^h$ (Winter) |
| $=$ | $+12$ | $+10$ | $= 9^h - 21^h$ (Sommer). |

Hier scheint tatsächlich ein systematischer Unterschied zwischen Sommer und Winter zu bestehen, der aber geringer ist als bei den anderen oben erwähnten Untersuchungen. Die Einführung der Temperaturdifferenz: Außen — Innen führte zu keiner Aufklärung. Indessen kann ein solcher Unterschied kaum überraschen, denn daß sich das Instrument selbst bei allen Temperaturen vollständig gleich verhält, wird man kaum annehmen dürfen.

Um den Faktor des Dampfdrucks zu prüfen, habe ich eine Korrektion desselben nicht als neue Unbekannte in die Bedingungsgleichungen eingeführt, da dadurch ein sicheres Resultat kaum erzielt worden wäre wegen des parallelen Verlaufs von Temperatur und Dampfdruck. Es erschien mir ausreichend, festzustellen, um wieviel sich der Ausdehnungskoeffizient ändert, wenn man statt der optischen Dichtigkeit die physikalische einführt. Dadurch ändert sich die Refraktion um

$$\Delta R = \frac{2}{8}\,(6-\pi)\,\frac{B}{760}\cdot\beta,$$

wo $\beta$ = Änderung der Refraktion für 1 mm Luftdruckänderung ist. $B$ ist in unserem Falle im Mittel 740 mm. Es ist also mit hinreichender Annäherung

$$\delta\,(z_2-z_1) = 0.244\,(\pi_1-\pi_2)\,\beta = \frac{\delta\,\Delta m}{m}\cdot(t_2-t_1).$$

Setzen wir $t_2 - t_1 = 10^0$ und entsprechend $\pi_2 - \pi_1 = 5$ mm, so wird $\delta\Delta m =$ — 0,000160, erreicht also einen durchaus unwahrscheinlichen Wert. Die Annahmen von Bauschinger und Courvoisier sind also auch hiernach nicht aufrecht zu erhalten.

Radau setzt $\frac{\mu_2^2 - 1}{\mu_1^2 - 1} = 0.88$. Nach den neuesten Untersuchungen ist das Mittel der letzten 11 Werte, wie sie Landolt und Börnstein (pag. 1017) angeben, $\mu_1^2 - 1 = 0.0002926$ und $\mu_2^2 - 1 = 0.000254$ (nach L. Lorenz, Wied. Ann. 11, 70, 1880). Hieraus ergibt sich $\frac{\mu_2^2 - 1}{\mu_1^2 - 1} = 0.852$.

Damit wäre in dem Ausdruck für die optische Dichtigkeit statt $^1/_8$ richtiger $^1/_7$ zu setzen und an das erste, aus der Gesamtheit der Sterne folgende Resultat für $m$ wäre noch anzubringen

$$\delta\Delta m = -0.0000132.$$

Als definitiver Wert dieser Untersuchung gilt dann

$$\boldsymbol{m = 0.003673.}$$

Da der beste physikalische Wert heute mit

$$m = 0.003668$$

anzusetzen ist, so läßt die Übereinstimmung meines Wertes mit diesem nichts mehr zu wünschen übrig.

Auf Grund einer Diskussion einer Auswahl meiner Beobachtungen sucht de Ball (Astr. Nachr. 189, pag. 313, Berichtigung 191, pag. 425 und kurze Bemerkung 191, pag. 285) den Nachweis zu erbringen, daß das zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten übliche Verfahren einen prinzipiellen Fehler enthalte. Er ordnet nämlich die $z_2 - z_1$, und $t_2 - t_1$ nach $AR$ Stunden, $8-14^h$, Frühjahr und $20-4^h$, Herbst und nach $ZD$ vom $10^0$ zu $10^0$ für beide Meridianhälften getrennt und findet in den $z_2 - z_1$ nicht den erforderlichen Gang nach $\operatorname{tg} z$, sondern einen je nach der Anordnung verschiedenen. de Balls Schlußfolgerung hätte somit nur lauten dürfen, daß das verwendete Material eine beim ersten Anblick erkennbare Korrektion des Ausdehnungskoeffizienten nicht verrate, wohl aber noch andere vorhandene Fehlerquellen. Ich vermag die Zahlen de Balls nicht nachzuprüfen. Mittle ich die $z_2 - z_1$ der obigen Tabelle von $10^0$ zu $10^0$ $ZD$, so erhalte ich wesentlich andere Werte. — Daß das Verfahren prinzipiell richtig ist, unterliegt keinem Zweifel.

## V. Die Refraktionskonstante.

Das bisher allgemein übliche Verfahren zur Bestimmung dieser Konstanten besteht in einer Kombination von $OC$ und $UC$, aus der sich der bekannte Ansatz ergibt

$$\delta_o - \delta_u = -2\Delta\varphi - \Delta R_u \mp \Delta R_o \begin{cases} - & \text{nördlich vom Zenit} \\ + & \text{südlich vom Zenit} \end{cases}$$

wo $\Delta R$ hier nur noch Funktion der Refraktionskonstanten $\alpha$ ist. Setzen wir $\alpha + d\alpha = \alpha(1+k)$, so folgt

$$dR = \alpha \frac{dR}{d\alpha} k$$

und

$$\alpha \frac{dR}{d\alpha} = R + \frac{\alpha^2 \beta \sqrt{2\beta}}{(1-\alpha)\sin^2 z} \left[2^{1/2} \psi(2) - \psi(1)\right].$$

Ist das zweite Glied rechts noch $= y_1 \cdot R$, so erhalten wir $\alpha \frac{dR}{d\alpha} = R(1+y_1)$, d. i. die Form, die E. v. Oppolzer (l. c. pag. 597) gewählt hat und nach der er für den Faktor log $(1+y_1)$ Tafeln gegeben hat, die ich weiterhin benutzt habe. Ich habe diese Formeln hier angesetzt, weil das Glied $y_1$ mehrfach vernachlässigt ist, was für größere $ZD$ nicht erlaubt ist. So ist für $80^0$ $y_1 = 0.004$, für $83^0$ $y_1 = 0.008$, für $86^0$ $y_1 = 0.017$.

Setze ich noch $x = -\Delta\varphi$ und $y = -100k$, so erhält die Bedingungsgleichung die Form

$$\delta_o - \delta_u = x + y \cdot \frac{R_u(1+y_1)_u \pm R_o(1+y_1)_o}{100}.$$

Bei dieser Methode werden zwar Beobachtungen mit einander verbunden, die zu verschiedenen Jahreszeiten angestellt sind; sie ist deshalb nicht völlig einwandfrei, aber wir vermögen keine bessere an ihre Stelle zu setzen. Der Vorschlag von Loewy (Comptes rendus CI pag. 18), mittels zweier Spiegel die Bilder von zwei geeigneten Sternen in das Gesichtsfeld zu bringen und ihren Abstand alsdann mikrometrisch zu messen, wird praktisch schwer durchführbar sein; er verlegt nur die Unsicherheit in das Instrument. Crawford (Publ. of the Astr. Soc. of the Pacific XVI pag. 78) setzt die Deklinationen der Sterne als bekannt voraus, also etwas, was durch die Beobachtungen erst bestimmt werden soll.

In der folgenden Tabelle gebe ich neben den genäherten $ZD$ die Deklinationen der Zirkumpolarsterne in $OC$ und $UC$. Sie unterscheiden sich von den in Gr. I pag. 208 gegebenen vorläufigen Deklinationen dadurch, daß an

sie noch eine kleine Korrektion angebracht ist, die herrührt von dem Einflusse des Dampfdruckes auf die Höhe der homogenen Atmosphäre, die von Radau mit $c'\pi$ bezeichnet, der Tafel auf Seite 60 seiner Refraktionstafeln unmittelbar entnommen werden kann. Sie kommt nur bei großen $ZD$ in Betracht.

Weiter enthält die Tabelle die Differenzen $\delta_o - \delta_u$ und $\sqrt{p}$, gebildet nach

$$p = \frac{p_o\, p_u}{p_o + p_u},$$

wo einer Deklination mit dem $mF \pm 1''$ das Gewicht 1 erteilt ist. Alsdann folgt der Faktor von $y$ der obigen Gleichung unter $[R]$.

**Tabelle III.**

| Stern | Gr. | ZD OC | ZD UC | $\delta_{oc}$ | $\delta_{uc}$ | $\Delta\delta$ | $\sqrt{p}$ | $[R]$ | $v_I$ | $v_V$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| δ Cygni | 2.8 | — 3° 20′ | + 86° 40′ | 44° 52′ 46.″18 | 45.″31 | + 0.″87 | 0.6 | 8.05 | — 1.″42 | — 0.″87 |
| α Cygni | 1.6 | 3 18 | 86 39 | 44 54 44.32 | 41.22 | + 3.10 | 0.6 | 7.84 | + 0.88 | + 1.42 |
| β Aurig. | 2.0 | 3 17 | 86 37 | 44 56 12.46 | 11.44 | + 1.02 | 0.9 | 7.45 | — 1.07 | — 0.58 |
| ψ Urs. maj. | 3.1 | 3 9 | 86 30 | 45 3 26.52 | 25.50 | + 1.02 | 0.7 | 7.48 | — 1.07 | — 0.55 |
| φ Herculis | 4.0 | 3 0 | 86 22 | 45 12 17.81 | 15.19 | + 2.62 | 1.7 | 7.59 | + 0.49 | + 0.10 |
| α Aurig. | 1.0 | 2 19 | 85 42 | 45 53 34.97 | 34.02 | + 0.95 | 1.0 | 6.25 | — 0.74 | — 0.36 |
| λ Androm. | 4.0 | 2 19 | 85 42 | 45 54 0.82 | 58.10 | + 2.72 | 0.9 | 6.54 | + 0.94 | + 0.62 |
| ι Herculis | 3.3 | 2 9 | 85 32 | 46 3 40.25 | 38.70 | + 1.55 | 1.0 | 6.50 | — 0.32 | + 0.18 |
| o′ sq. Cygni | 4.5 | 1 47 | 85 11 | 46 25 44.11 | 43.26 | + 0.85 | 0.8 | 6.05 | — 0.76 | — 1.05 |
| τ Herculis | 3.3 | 1 39 | 85 3 | 46 33 31.52 | 30.38 | + 1.14 | 0.8 | 6.00 | — 0.40 | — 0.05 |
| λ Bootis | 4.0 | 1 39 | 85 3 | 46 33 40.96 | 39.00 | + 1.96 | 1.0 | 5.95 | + 0.38 | + 0.09 |
| δ Persei | 3.1 | 0 45 | 84 11 | 47 27 29.04 | 28.36 | + 0.68 | 1.4 | 4.95 | — 0.60 | — 0.34 |
| ϰ Urs. maj. | 3.3 | 0 39 | 84 5 | 47 33 49.52 | 48.54 | + 0.98 | 2.4 | 4.96 | — 0.28 | — 0.02 |
| o Cassiop. | 5.0 | 0 30 | 83 55 | 47 43 14.27 | 12.34 | + 1.93 | 2.6 | 4.93 | + 0.68 | + 0.48 |
| 26 Lyncis | 6.1 | 0 23 | 83 49 | 47 49 53.36 | 50.98 | + 2.38 | 1.7 | 4.67 | + 1.22 | + 1.04 |
| υ Persei | 3.6 | 0 6 | 83 33 | 48 6 22.73 | 22.53 | + 0.20 | 2.2 | 4.60 | — 0.90 | — 0.71 |
| χ Urs. maj. | 3.8 | + 0 8 | 83 18 | 48 21 1.57 | 0.96 | + 0.61 | 1.7 | 4.46 | — 0.48 | — 0.26 |
| ι Urs. maj. | 3.0 | 0 14 | 83 13 | 48 26 45.47 | 45.13 | + 0.34 | 2.2 | 4.41 | — 0.74 | — 0.53 |
| ϑ Persei | 4.0 | 0 35 | 82 52 | 48 47 33.51 | 32.93 | + 0.58 | 2.4 | 4.18 | — 0.42 | — 0.57 |
| π² Cygni | 4.3 | 0 37 | 82 50 | 48 49 58.44 | 57.45 | + 0.99 | 1.4 | 4.29 | — 0.04 | — 0.21 |
| ι Persei | 4.0 | 1 0 | 82 27 | 49 13 10.50 | 10.21 | + 0.29 | 1.7 | 3.99 | — 0.64 | — 0.78 |
| ψ′ Aurig. | 5.1 | 1 8 | 82 20 | 49 20 24.59 | 23.81 | + 0.78 | 2.0 | 3.84 | — 0.11 | — 0.24 |
| α Persei | 2.0 | 1 17 | 82 11 | 49 29 39.69 | 40.19 | — 0.50 | 2.0 | 3.84 | + 0.62 | + 0.77 |
| 7 Lacertae | 4.0 | 1 32 | 81 55 | 49 45 10.44 | 9.43 | + 1.01 | 2.6 | 3.83 | + 0.13 | 0.00 |
| η Urs. maj. | 2.0 | 1 37 | 81 51 | 49 49 38.34 | 38.05 | + 0.29 | 2.2 | 3.78 | — 0.58 | — 0.43 |
| ϑ Cygni | 4.6 | 1 46 | 81 42 | 49 58 57.33 | 56.63 | + 0.70 | 2.0 | 3.81 | — 0.18 | — 0.30 |
| φ Persei | 4.0 | 1 57 | 81 31 | 50 10 10.96 | 11.04 | — 0.08 | 2.6 | 3.63 | — 0.89 | — 1.00 |
| γ Drac. | 2.3 | 3 17 | 80 12 | 51 30 3.47 | 2.80 | + 0.67 | 2.2 | 3.30 | — 0.04 | + 0.07 |
| ι Cygni | 4.1 | 3 18 | 80 11 | 51 30 37.14 | 37.62 | — 0.48 | 1.4 | 3.27 | — 1.17 | — 1.26 |
| 3 Lacertae | 4.4 | 3 30 | 79 59 | 51 42 46.51 | 46.27 | + 0.24 | 3.3 | 3.14 | — 0.42 | — 0.48 |
| 27 Lyncis | 4.6 | 3 35 | 79 53 | 51 48 12.03 | 10.69 | + 1.34 | 3.2 | 3.02 | + 0.75 | + 0.68 |
| ϑ Urs. maj. | 3.0 | 3 56 | 79 33 | 52 8 48.24 | 46.93 | + 1.31 | 3.2 | 2.88 | + 0.75 | + 0.82 |
| ψ Cygni | 5.2 | 3 57 | 79 32 | 52 9 55.72 | 54.91 | + 0.81 | 1.7 | 3.08 | + 0.18 | + 0.10 |

| Stern | Gr. | ZD OC | ZD UC | $\delta_{oc}$ | $\delta_{uc}$ | $\Delta\delta$ | $\sqrt{p}$ | [R] | $v_I$ | $v_V$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ϑ Bootis | 3.8 | + 4° 7′ | + 79° 22′ | 52° 19′ 36.″57 | 35.″91 | + 0.″66 | 3.0 | 3.02 | + 0.″04 | + 0.″12 |
| τ Persei | 4.0 | 4 8 | 79 22 | 52 20 26.56 | 26.38 | + 0.18 | 2.6 | 2.92 | — 0.40 | — 0.46 |
| β Dracon | 2.6 | 4 10 | 79 19 | 52 22 39.40 | 38.24 | + 1.16 | 4.1 | 3.03 | + 0.54 | + 0.62 |
| Gr. 1460 | 5.6 | 4 51 | 78 38 | 53 4 20.46 | 19.29 | + 1.17 | 3.3 | 2.74 | + 0.63 | + 0.60 |
| γ Persei | 3.0 | 4 53 | 78 36 | 53 6 10.25 | 9.91 | + 0.34 | 3.6 | 2.74 | — 0.18 | — 0.12 |
| κ Cygni | 4.0 | 4 58 | 78 32 | 53 10 42.49 | 41.66 | + 0.83 | 2.0 | 2.82 | + 0.28 | + 0.23 |
| γ Urs. maj. | 2.3 | 6 3 | 77 27 | 54 16 2.72 | 2.32 | + 0.40 | 3.0 | 2.52 | — 0.28 | — 0.02 |
| η Persei | 3.6 | 7 15 | 76 15 | 55 28 3.90 | 4.37 | — 0.47 | 2.8 | 2.30 | — 0.84 | — 0.84 |
| α Cassiop. | 2.5 | 7 45 | 75 45 | 55 58 20.68 | 20.68 | 0.00 | 4.5 | 2.26 | — 0.36 | — 0.36 |
| ε Urs. maj. | 2.0 | 8 18 | 75 16 | 56 31 8.23 | 7.80 | + 0.43 | 3.6 | 2.19 | + 0.09 | + 0.09 |
| Br. 3077 | 6.0 | 8 23 | 75 11 | 56 35 58.85 | 58.04 | + 0.81 | 4.6 | 2.19 | + 0.47 | + 0.46 |
| β Urs. maj. | 2.3 | 8 43 | 74 51 | 56 56 4.26 | 3.76 | + 0 50 | 3.7 | 2.12 | + 0.18 | + 0.18 |
| δ Urs. maj. | 3.4 | 9 23 | 74 10 | 57 36 17.55 | 17.70 | — 0.15 | 3.7 | 2.06 | — 0.44 | — 0.45 |
| ζ Cephei | 3.4 | 9 28 | 74 5 | 57 41 36.53 | 35.76 | + 0.77 | 4.1 | 2.06 | + 0.45 | + 0.44 |
| 15 Lyncis | 4.7 | 10 20 | 73 13 | 58 33 26.61 | 26.77 | — 0.16 | 3.6 | 1.89 | — 0.40 | — 0.39 |
| β Cassiop. | 2.1 | 10 22 | 73 12 | 58 34 53.63 | 53.72 | — 0.09 | 4.1 | 1.95 | — 0.35 | — 0.37 |
| ϑ Drac. | 3.6 | 10 37 | 72 56 | 58 50 25.05 | 25.52 | — 0.47 | 2.8 | 1.98 | — 0.74 | — 0.77 |
| 2 Lyncis | 4.6 | 10 50 | 72 44 | 59 2 52.18 | 52.33 | — 0.15 | 4.4 | 1.85 | — 0.38 | — 0.37 |
| ο Drac. | 4.6 | 11 2 | 72 31 | 59 15 44.89 | 44.35 | + 0.54 | 2.6 | 1.92 | + 0.18 | + 0.19 |
| ι Drac. | 3.0 | 11 6 | 72 27 | 59 19 36.77 | 36.56 | + 0 21 | 4.5 | 1.92 | — 0.04 | — 0.06 |
| ο Urs. maj. | 3.3 | 12 50 | 70 43 | 61 3 44.47 | 43.92 | + 0.55 | 4.2 | 1.69 | + 0.37 | + 0.33 |
| η Cephei | 3.6 | 13 13 | 70 20 | 61 26 19.38 | 18.62 | + 0.76 | 4.9 | 1.72 | + 0.58 | + 0.53 |
| 4 Cassiop. | 5.8 | 13 30 | 70 4 | 61 43 2.36 | 1.99 | + 0.37 | 4.5 | 1.69 | + 0.20 | + 0.22 |
| η Drac. | 2.6 | 13 32 | 70 2 | 61 44 50.50 | 50.54 | — 0.04 | 4.4 | 1.72 | — 0.22 | — 0.27 |
| α Cephei | 2.6 | 13 56 | 69 38 | 62 8 57.10 | 56.82 | + 0.28 | 5.1 | 1.66 | + 0.10 | + 0.07 |
| 20 Cephei | 5.8 | 14 4 | 69 30 | 62 16 59.13 | 58.80 | + 0.33 | 4.4 | 1.65 | + 0.17 | + 0.19 |
| κ Cassiop. | 4.3 | 14 9 | 69 25 | 62 21 47.74 | 47.70 | + 0.04 | 4.9 | 1.64 | — 0.11 | — 0.09 |
| ϑ Cephei | 4.0 | 14 26 | 69 8 | 62 38 52.54 | 52.27 | + 0.27 | 5.0 | 1.63 | + 0.12 | + 0.14 |
| 12 H Drac. | 5.3 | 14 42 | 68 52 | 62 55 4.57 | 4.46 | + 0.11 | 4.5 | 1.65 | — 0.05 | — 0.03 |
| α Drac. | 3.3 | 16 39 | 66 55 | 64 52 5.53 | 5.70 | — 0.17 | 4.2 | 1.49 | — 0.28 | — 0.34 |
| i Drac. | 5 0 | 17 1 | 66 33 | 65 13 55.70 | 55.76 | — 0.06 | 4.1 | 1.47 | — 0.16 | — 0.13 |
| ι Cephei | 3.4 | 17 26 | 66 7 | 65 39 31.62 | 30.87 | + 0.75 | 4.5 | 1.45 | + 0.66 | + 0.58 |
| 9 Camel | 4.3 | 17 57 | 65 37 | 66 10 2.51 | 2.76 | — 0.25 | 4.6 | 1.39 | — 0.32 | — 0.28 |
| δ Drac. | 3.3 | 19 16 | 64 18 | 67 28 49.58 | 49.58 | 0.00 | 2.8 | 1.37 | — 0.07 | — 0.15 |
| Gr. 1308. | 6.0 | 20 27 | 63 6 | 68 40 32.90 | 32.84 | + 0.06 | 5.1 | 1.29 | + 0.02 | + 0.07 |
| λ Drac. | 3.3 | 21 41 | 61 53 | 69 53 58.14 | 58.08 | + 0.06 | 5.1 | 1.27 | + 0.03 | — 0.06 |
| 5 H Cam. | 4.3 | 22 48 | 60 46 | 71 0 52.80 | 52.54 | + 0.26 | 3.9 | 1.23 | — 0.28 | — 0.22 |
| 50 Cassiop. | 4.0 | 23 42 | 59 51 | 71 55 21.84 | 21.61 | + 0.23 | 5.3 | 1.20 | + 0.23 | + 0.28 |
| χ Drac. | 3.8 | 24 28 | 59 5 | 72 41 17.87 | 17.47 | + 0.40 | 4.5 | 1.25 | + 0.37 | + 0.28 |
| Gr. 1586 | 6.0 | 25 9 | 58 25 | 73 22 9.09 | 9.02 | + 0.07 | 5.5 | 1.18 | + 0.07 | + 0.12 |
| β Urs. min. | 2.0 | 26 21 | 57 12 | 74 34 35.83 | 35.94 | — 0.11 | 5.8 | 1.17 | — 0.11 | — 0.21 |
| Br. 1147 | 5.1 | 27 51 | 55 42 | 76 4 15.49 | 15.34 | + 0.15 | 5.3 | 1.11 | + 0.17 | + 0.24 |
| γ Cephei | 3.3 | 28 50 | 54 43 | 77 3 27.22 | 27.05 | + 0.17 | 5.3 | 1.11 | + 0.19 | + 0.08 |
| 24 H Cam. | 4.6 | 28 53 | 54 40 | 77 6 28.90 | 29.21 | — 0.31 | 4.7 | 1.09 | — 0.29 | — 0.22 |
| ζ Urs. min. | 4.3 | 29 53 | 53 40 | 78 6 40.67 | 41.37 | — 0.70 | 4.8 | 1.11 | — 0.69 | — 0.62 |
| 4 H Drac. | 4.6 | 29 58 | 53 35 | 78 11 18.75 | 19.03 | — 0.28 | 5.2 | 1.08 | — 0.25 | — 0.19 |
| 1 H Drac. | 4.3 | 33 34 | 50 0 | 81 46 53.40 | 53.18 | + 0.22 | 6.2 | 1.07 | + 0.25 | + 0.32 |
| ε Urs. min. | 4.3 | 33 59 | 49 34 | 82 12 24.35 | 24.39 | — 0.04 | 5.2 | 1.05 | 0.00 | + 0.05 |
| δ Urs. min. | 4.3 | 38 23 | 45 10 | 86 36 46.43 | 46.77 | — 0.34 | 5.0 | 1.01 | — 0.29 | — 0.22 |
| 51 H Ceph. | 5.1 | 38 59 | 44 34 | 87 12 34.22 | 33.91 | + 0.31 | 4.5 | 1.05 | + 0.35 | + 0.44 |
| α Urs. min. | 2.0 | 40 32 | 43 1 | 88 45 29.94 | 30.02 | — 0.08 | 6.2 | 0.95 | — 0.01 | — 0.13 |

Die sämtlichen Bedingungsgleichungen geben die Normalgleichungen

$$1120.0\,x + 2057.5\,y = +\,249.7$$
$$2057.5\,x + 4822.6\,y = +\,804.2$$

mit der Auflösung

$$\left.\begin{aligned} x &= -\,0.386 \pm 0.085 \\ y &= +\,0.332 \pm 0.041 \end{aligned}\right\} \quad \text{(I).}$$

Die Summe der Fehlerquadrate $[p\,v\,v]$ sinkt von 337.01 auf 146.28. Die Darstellung $B-R$ ist in der obigen Tabelle unter $v_I$ gegeben. Sie kann als völlig befriedigend bezeichnet werden, besonders wenn man sie mit anderen Beobachtungsreihen gleicher Art vergleicht. Der strengen Kritik muß jedoch das Vorherrschen des negativen Vorzeichens bei den großen $ZD$ auffallen, und da sich mehrfach gewisse Anomalien gezeigt haben, wie Abhängigkeit der Refraktionskonstanten von der Jahreszeit, der Helligkeit der Sterne, von der Beschaffenheit des Beobachtungsraums etc., so habe ich die Untersuchung fortgesetzt.

Von den störenden Ursachen, die in Betracht kommen, behandle ich

1. Fehler der theoretischen Unterlagen und zwar in Bezug auf die Annahme der Dichteabnahme mit der Höhe, in unserem Falle Fehler des Ivoryschen Parameters $f$, der bekanntlich auch den Radauschen Tafeln zu Grunde liegt. Für die Rechnung benutze ich die Tafel V bei Radau, die die Veränderung der Refraktion für $\delta f = 0.1$ gibt. Setzt man $\frac{\Delta f}{f} = -w$, so ist den obigen Normalgleichungen die weitere hinzuzufügen:

$$70.0\,x + 352.3\,y + 203.6\,w = +\,98.4$$

und es ergibt sich

$$\left.\begin{aligned} x &= -\,0.376 \pm 0.103 \\ y &= +\,0.326 \pm 0.050 \\ w &= +\,0.025 \pm 0.112 \\ \Delta f &= -\,0.005 \end{aligned}\right\} \quad \text{(II).}$$

$x$ und $y$ stimmen mit Lösung I überein und für $\Delta f$ ergibt sich ein Wert, der nicht als reell angesehen werden kann.

2. Atmosphärische Störungen können sich äußern

a) in einer Abhängigkeit der Refraktion von der $ZD$. Ich trenne nach dieser und erhalte

| | | |
|---|---|---|
| für $ZD < 80^0$ | $x = -0.556 \pm 0.137$ | |
| | $y = +0.456 \pm 0.081$ | (III). |
| für $ZD > 75^0$ | $x = -0.720 \pm 0.565$ | |
| | $y = +0.411 \pm 0.172$ | |

Die $ZD$ 75°—80° habe ich in beiden Fällen mitgenommen, da sonst das Gewicht der Unbekannten zu gering wurde. Da sich in diesen Lösungen die Unbekannten nur innerhalb der Grenzen der $mF$ von Lösung I unterscheiden, so wird ein Schluß auf ihre Abhängigkeit von der $ZD$ nicht verbürgt sein. Es erscheint aber die Annahme berechtigt, daß die zu Grunde gelegte Temperatur für alle $ZD$ nahezu die richtige ist und daß auch keine merklichen Niveauschichtungen vorhanden sind. Doch habe ich diese Fragen noch einer näheren Prüfung unterworfen.

Nach Abschnitt II nimmt die Temperatur nach Norden rascher ab, als in der Zenitrichtung und nach Süden; es können dadurch sehr wohl systematische Differenzen entstehen und zwar in dem Sinne, wie sie die Vorzeichenverteilung andeutet. Ich fand im Mittel

$T_i - T_B = +0\overset{\circ}{.}11$ (Mitte des Spalts im Zenit)
$T_i - T_{IV/V} = +0.50$ ( „ „ „ „ Norden)
$T_i - T_N = +0.65.$

Der Reduktion der Beobachtungen ist das Mittel aus $T_i$ und $T_N$ zu Grunde gelegt, also eine Temperatur, die gegen die im Zenit um 0°22 zu niedrig ist; es ist nicht ausgeschlossen, daß die Beobachtungen eine Erhöhung der letzteren als notwendig erscheinen lassen.

Wie die Temperaturkurve vom Zenit bis zum Nordhorizont verläuft, läßt sich genau nicht sagen; wahrscheinlich ist aber, daß bei dem Übergange von dem mit Brettern verkleideten Dachspalt zu den Steinwänden des Seitenspalts ein Sprung eintritt, bald größer, bald geringer, je nach der Stärke des Windes. Da es sich nur um eine Überschlagsrechnung handeln kann, genügt es, zwischen Dach- und Seitenwand zu trennen, also bei etwa 63° $ZD$. Auch die theoretische Unterlage kann nur sehr hypothetisch sein. Bauschinger nimmt an, daß die Niveauschichten parallel zu den Wänden verlaufen und kommt demgemäß zu dem Schluß, daß für die den Dachspalt passierenden Lichtstrahlen statt der äußeren die innere Temperatur zu setzen ist, für die anderen erfordert die Refraktion eine Korrektion, die gleich ist

$$R_s = -\left[\frac{a'm}{1+mt}\operatorname{tg} z\right](T_i - T_N)\operatorname{cotg}^2 z\,,$$

wo der Ausdruck in der eckigen Klammer gleich dem Temperaturkoeffizienten ist und $z$ die gemessene $ZD$. Wende ich diese Formel an, so ergeben sich, da jetzt statt $T_i - T_N$ zu setzen ist $\frac{1}{2}(T_i - T_N) = +0.^\circ 33$, folgende Korrektionen:

| $\delta_{oc}$ | $ZD$ | $R_s$ | $\delta_{uc}$ | $ZD$ | $R_s$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 45° | — 3°2 | + 0"05 | 85° | + 46°8 | + 0"100 |
| 50 | + 1.8 | — 0.02 | 80 | 51.8 | + 0.118 |
| 60 | + 11.8 | — 0.19 | 75 | 56.8 | + 0.142 |
| 70 | + 21.8 | — 0.37 | 70 | 61.8 | + 0.173 |
| 80 | + 31.8 | — 0.58 | 68 | 63.8 | — 0.045 |
| 85 | + 36.8 | — 0.69 | 65 | 66.8 | — 0.040 |
| 90 | + 41.8 | — 0.83 | 60 | 71.8 | — 0.028 |
| | | | 55 | 76.8 | — 0.022 |
| | | | 50 | 81.8 | — 0.015 |
| | | | 45 | 86.8 | 0.000 |

Daraus folgt:

| $\delta$ | $\delta_{oc} - \delta_{uc}$ | $\delta$ | $\delta_{oc} - \delta_{uc}$ | $\delta$ | $\delta_{oc} - \delta_{uc}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 45° | + 0"01 | 65° | + 0"01 | 80° | — 0"07 |
| 50 | + 0.01 | 70 | — 0.05 | 85 | — 0.08 |
| 60 | + 0.01 | 75 | — 0.06 | 88 | — 0.09 |

Die Korrektionen sind so gering, daß sie eine Änderung der Darstellung nicht herbeizuführen vermögen, und daß somit kein Bedürfnis vorliegt, die angewandte Temperatur zu ändern. Für München erklärt sich der bemerkbare Einfluß dadurch, daß hier die Differenz: Innen—Außen durchweg sehr viel größer war.

3. Die Wirkung der Dispersion.

Die Breite $d\zeta$ des durch die Dispersion der Luft erzeugten Spektrums eines Sterns läßt sich bekanntlich angenähert ausdrücken durch

$$d\zeta = 2R\frac{d\mu}{\mu^2 - 1}$$

wo $R = \alpha \operatorname{tg} z$ die mittlere Refraktion und $d\mu$ die Differenz der Brechungsexponenten der sichtbaren Farben des Spektrums ist, welche die Grenzen ausmachen. Damit ergibt sich

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei $z = 60^0$ | $d\zeta = 1''7$ | $z = 85°$ | $d\zeta = 10''0$ |
| 70 | 2.6 | 87.5 | 16.0 |
| 80 | 5.3 | | |

Die Distanz der Horizontalfäden, auf deren Mitte eingestellt wurde, beträgt rund 10"; die Breite des Spektrums vermag also immerhin zu einer

Verschiebung des Lichtschwerpunktes Anlaß zu geben. Dazu kommt noch die selektive Extinktion, die bei ruhigen Bildern unzweifelhaft eine fehlerhafte, nach dem Rot zu gelegene Einstellung zur Folge haben wird, aber nur bei den helleren Sternen. Dementsprechend schließe ich von der Ausgleichung aus alle Sterne bis zur Größe 3.5, deren $ZD$ größer als $75^0$ ist, und erhalte die Normalgleichungen

$$\left.\begin{aligned} 994.4\,x + 1646.3\,y &= +178.6 \\ 1646.3\,x + 3354.8\,y &= +540.5 \\ x &= -0.458 \pm 0.098 \\ y &= +0.386 \pm 0.055 \end{aligned}\right\} \quad \text{(IV).}$$

Eine merkliche Änderung der Unbekannten gegen Lösung I enthält auch diese nicht, deshalb deckt sich auch ihre Darstellung der Größe der Reste nach mit jener, aber die Vorzeichenverteilung gewinnt ein anderes Bild, denn die vordem vorherrschenden negativen Vorzeichen fallen hauptsächlich auf die ausgeschlossenen Sterne, wie die folgende Darstellung derselben nach Lösung IV erkennen läßt.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\delta$ Cygni | 2.8 | — 1.78 | $\iota$ Urs. maj. | 3.0 | — 0.90 |
| $\alpha$ Cygni | 1.6 | + 0.55 | $\alpha$ Persei | 2.0 | + 0.48 |
| $\beta$ Aurig. | 2.0 | — 1.42 | $\eta$ Urs. maj. | 2.0 | — 0.70 |
| $\psi$ Urs. maj. | 3.1 | — 1.40 | $\gamma$ Drac. | 2.3 | — 0.14 |
| $\alpha$ Aurig. | 1.0 | — 2.00 | $\vartheta$ Urs. maj. | 3.0 | + 0.36 |
| $\iota$ Herc. | 3.3 | — 0.49 | $\vartheta$ Bootis | 3.8 | — 0.04 |
| $\tau$ Herc. | 3.3 | — 0.65 | $\beta$ Drac. | 2.6 | + 0.46 |
| $\delta$ Persei | 3.1 | — 1.10 | $\gamma$ Persei | 3.0 | — 0.26 |
| $\varkappa$ Urs. maj. | 3.3 | — 0.47 | $\gamma$ Urs. maj. | 2.3 | — 0.11 |
| $\upsilon$ Persei | 3.6 | — 1.11 | $\eta$ Persei | 3.6 | — 0.90 |
| $\chi$ Urs. maj. | 3.8 | — 0.59 | $\alpha$ Cassiop. | 2.5 | — 0.41 |

Es scheint also tatsächlich ein systematischer Unterschied zwischen hellen und schwachen Sternen zu bestehen. Eine nach diesen beiden Kategorien mit der Grenze 3.8, mit welcher auf jede gleich viel Sterne entfallen, gegetrennte Behandlung des ganzen Materials liefert die folgenden Lösungen:

Helle Sterne bis 3.8 Gr.

$$\left.\begin{aligned} 508.8\,x + 1000.9\,y &= +146.7 \\ 1000.9\,x + 2424.4\,y &= +397.1 \\ x &= -0.180 \pm 0.138 \\ y &= +0.238 \pm 0.063 \end{aligned}\right\} \quad \text{(V).}$$

Schwache Sterne von 3.9 Gr. an

$$\left.\begin{aligned} 611.4x + 1056.5y &= +103.1 \\ 1056.5x + 2397.5y &= +407.0 \\ x &= -0.524 \pm 0.110 \\ x &= +0.401 \pm 0.056 \end{aligned}\right\} \text{(V).}$$

Trotz der beträchtlichen Unterschiede der Resultate ändert sich die Vorzeichenverteilung, wie sie in der obigen Tabelle unter $v_v$ gegeben ist, nur unmerklich. Die hellen Sterne ergeben eine kleinere Polhöhe als die schwachen, jedoch eine größere Refraktionskonstante. Somit kann eine Verschiebung der Einstellung nach dem einen oder anderen Ende des Spektrums nicht vorliegen und ebensowenig ist die Annahme einer bei den beiden Kategorien von Sternen in verschiedener Größe auftretenden persönlichen Gleichung möglich.

Jedoch bietet die Größenklasse noch kein reines Kriterium für die Wirkung der Dispersion; hinzu tritt noch der Spektraltypus der Sterne oder ihre Farbe. Streng genommen sind also die Sterne nach diesen beiden Eigenschaften zu trennen, aber hierzu reicht das Material nicht aus. Ich habe deshalb eine weitere Ausgleichung vorgenommen, in der ich nur nach der Farbe trennte, wie ich sie in dem neuen Katalog von Osthof mit sieben Ausnahmen angegeben fand. Unter Gruppierung in zwei Kategorien bei 4.1 der Farbenskala ergab sich:

| | kurzwellige Sterne: | langwellige Sterne: |
|---|---|---|
| $x =$ | $-0.559$ | $-0.249$ |
| $y =$ | $+0.378$ | $+0.283$ |

Während die Refraktionskonstante für beide Kategorien nahezu gleich ausfällt, zeigt sich in der Polhöhe eine merkliche Differenz, die darauf hindeuten würde, daß bei den kurzwelligen Sternen eine Verlegung des Lichtschwerpunktes nach dem brechbareren Ende des Spektrums stattgefunden hätte, eine Annahme, die immerhin plausibel erscheint, die aber alsdann einen Einfluß der selektiven Absorption ausschließt.

4. Die bisherigen Lösungen haben eine befriedigende Aufklärung über die Vorzeichenfolgen nicht beizubringen vermocht; es verbleibt jetzt nur noch ihre Deutung durch Reste von Instrumentalfehlern und zwar besonders von Teilungsfehlern. Es will mir dünken, daß diese Erklärung nach der Art der Vorzeichenverteilung überhaupt am nächsten liegt und ich glaube wohl bei ihr stehen bleiben zu dürfen. Allenfalls käme noch Biegung in Betracht. Beachtet man aber, daß das größte negative Vorzeichennest auf die *ZD*

$0^0/83^0$, also auf die Kombination der vertikalen mit der nahezu horizontalen Stellung des Fernrohrs fällt, und daß sich gerade für diese aus den Kollimatorbeobachtungen ein sehr sicherer kleiner Wert ergeben hat, so ist diese Fehlerquelle kaum wahrscheinlich. Eine Darstellung nach den einfachen trig. Funktionen der *ZD* wird kein sicheres Resultat erwarten lassen, da die Koeffizienten der Biegung in dem hier in Betracht kommenden Intervall von von $\delta = 45^0$ bis $90^0$ zu wenig von einander verschieden sind.

5. Erwähnen muß ich noch, daß sich bekanntlich in Pulkowa und Odessa aus der Anordnung der Beobachtungen nach der *AR* eine Abhängigkeit der Refraktionskonstanten von dieser und damit von der Jahreszeit ergeben hat. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß hierbei die Temperatur die letzte Ursache ist. Die Anordnung der vorliegenden Beobachtungen nach der *AR* kann ein klares Bild nicht geben, da sie bei sehr verschiedenen Temperaturen, mehrfach bis zu $20^0$ Differenz bei demselben Stern, angestellt sind. Ich habe deshalb von einer solchen Untersuchung abgesehen.

Das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen fasse ich dahin zusammen, daß wohl Einflüsse sekundärer Natur auf die Gestaltung der Refraktionskonstanten angedeutet sind, daß sie sich aber ihrer Natur und Größe nach mit aller Bestimmtheit nicht feststellen lassen. Ich muß deshalb die Lösung I als die definitive ansehen. Wenn sie in Bezug auf die Vorzeichenverteilung in der Darstellung nicht völlig genügt, so kann sie nach dieser Richtung hin doch anderen Ergebnissen als durchaus ebenbürtig zur Seite gestellt werden.

Den Tafeln Radaus liegt die auf die Normalnullpunkte: Barometer = 760 mm ($0^0$), Temperatur = $0^0$, Dunstdruck = 6 mm, Polhöhe = $45^0$ und Seehöhe reduzierte Besselsche Refraktionskonstante 60″445 zu Grunde. Damit ergibt die Lösung I

$$\varDelta\alpha = -60''445 \times 0.00332 = -0''201$$
$$\alpha' = 60''244 \pm 0''025; \quad \alpha = 0.00029207.$$

Die Polhöhe wurde vorläufig angesetzt zu $+48^0\ 12'\ 47''258$; ihre Korrektion beträgt $\varDelta\varphi = +0''193$,
also ist die definitive Polhöhe

$$\varphi = +48^0\ 12'\ 47''451 \pm 0''043 \ (1897.0).$$

Für den Brechungsexponenten der Luft folgt, da für die obigen Einheiten $c = 0.00029224$ wird, $\mu = 1.00029220$.

Der mittlere Barometerstand für die Beobachtungsperiode ist 737 mm, die Temperatur $+10^0.0$ und der Dampfdruck 7.0 mm.

Bei der Diskussion der Faktoren, die zu der Gestaltung der Refraktionsverhältnisse beitragen, haben sich nennenswerte unaufgeklärte Anomalien nicht ergeben. Es zeigte sich vielmehr, daß eine sogenannte Saalrefraktion, Schichtenneigungen oder dergl. nicht vorhanden ist, außer bei großen südlichen $ZD$ ($z > 76^0$). Die angesetzte Temperatur — Mittel aus Instrument- und Außentemperatur im Norden — hat sich als richtig erwiesen. Der abgeleitete Ausdehnungskoeffizient der Luft $m = 0.003673$ stimmt vollständig mit dem physikalischen Werte 0.003668 überein. Zur Berücksichtigung des Dampfdruckes kann nur die optische Dichtigkeit in Frage kommen, die physikalische würde auf den Wert $m = 0.003526$ führen. Die Maximal-Intensität des Sternspektrums liegt zwischen den Linien $D$ und $E$, jedoch näher an $D$; dieser Stelle entspricht der Brechungsexponent 1.0002922, mit dem also der obige Wert vollständig übereinstimmt. Wenn sich bei anderen Untersuchungen ein kleinerer Brechungsexponent ergeben hat und dieser auf die selektive Absorption der Atmosphäre zurückgeführt wird, so hat bereits Seeliger (Sitzungsb. der math.-phys. Klasse der K. Bayer. Akad. d. Wiss., Bd. 21, 1891) betont, daß die physiologischen Wirkungen der einzelnen Farben sich auf eine verhältnismäßig schmale Zone in Gelb und Grün konzentrieren, die an Wirkung die übrigen Partien im Spektrum weit übertrifft. Von einem Einfluß der selektiven Absorption wird man bei der Einstellung kaum etwas verspüren, wie ja auch die obige Untersuchung ergeben hat.

Das Gesamtergebnis fasse ich dahin zusammen, daß die abgeleitete Refraktionskonstante zu keinerlei Bedenken Anlaß gibt.

## VI. Vergleichung mit anderen Resultaten.

In seiner Arbeit „Der Wert der Refraktionskonstante“ (Astr. Nachr. 191, pag. 285) hat de Ball eine Reihe der besten Bestimmungen dieser Konstanten auf gleiches System gebracht und folgende Mittelwerte erhalten:

| | | |
|---|---|---|
| Pulkowa | 60.″138 | (5 Bestimmungen, 1842—1902), |
| Greenwich | 60.126 | (2 Bestimmungen, 1857/65, 1877/86), |
| München | 60.106 | (1891/93, Bauschinger), |
| Heidelberg | 60.161 | (1899/1901, Courvoisier), |
| Odessa I | 60.168 | (1901/02, Koudriawtzew). |

Ich füge hinzu

| | | |
|---|---|---|
| Odessa II | 60.160 | (1908/09, Bonsdorff). |

De Ball folgert aus diesen Zahlen, daß die häufiger ausgesprochene Meinung, jeder Sternwarte käme eine eigene Refraktionskonstante zu, durch nichts erwiesen sei. Die Übereinstimmung würde vielleicht noch besser, wenn die verschiedenen Beobachtungsreihen nach einem einheitlichen Verfahren bearbeitet wären. So ist der Polhöhenvariation nur teilweise Rechnung getragen; es sind drei auf verschiedenen Theorien beruhende Refraktionstafeln zu Grunde gelegt; die Temperatur ist in verschiedener Weise berücksichtigt, ebenso der Dunstdruck. Also m. a. W.: Das der obigen Zusammenstellung zu Grunde liegende Material ist sehr wenig homogen.

Aber es müssen auch die Werte nach der Art ihrer Ableitung zu Bedenken Anlaß geben. Die Temperatur spielt bei der Refraktion eine sehr große Rolle; ein Fehler von $\pm 1^0$ bewirkt in der Refraktionskonstanten bereits einen solchen von $\pm 0\overset{''}{.}22$. De Ball hat freilich alle Werte auf $0^0$ reduziert, aber dieser Nullpunkt ist keineswegs ein absoluter Punkt; er ist abhängig vom Orte und kann innerhalb enger Grenzen bereits stark variieren. Welcher Nullpunkt ist der richtige? Zweifelsohne ist diejenige Temperatur als maßgebend anzunehmen, welche die Beobachtungen in allen *ZD* und zu jeder Zeit am besten darstellt. Diese ist aber nicht immer angesetzt, weil sie nicht bekannt war. Es hat sich mehrfach als notwendig erwiesen, nachträglich zu der zu Grunde gelegten Temperatur Korrektionen hinzuzufügen, sei es konstante, sei es von der *ZD* oder von der Zeit abhängige, die dann aber bei der Festlegung des Nullpunktes der obigen Werte nicht berücksichtigt sind.

Gyldén hat für Pulkowa 1845 die äußere Temperatur $t$ angesetzt, dieser aber eine Korrektion $p\ (t-T)$ hinzugefügt, wo $p$ eine Konstante $(=+0.261)$ und $T$ die mittlere Tagestemperatur bedeutet. Das sagt aus, daß die mit der äußeren Temperatur berechnete Refraktion noch eine tägliche und vielleicht auch jährliche Periode hatte und es entsteht die Frage, ob nicht in der Umgebung des Instruments ein Punkt vorhanden war, dessen Temperatur eine für jede Zeit befriedigende Darstellung geliefert hätte. Deren Nullpunkt wäre dann für die Bestimmung der Refraktionskonstanten maßgebend gewesen. Mit dem oben angenommenen würde er nur dann identisch sein, wenn $p\ (t-T)$ im Mittel $= 0$ wäre. Ähnliche Erscheinungen haben die Beobachtungen für Pulkowa 1885 und 1900, sowie die beiden Odessaer Reihen ergeben. In Odessa II wird die Amplitude der Tagesperiode auf die Hälfte reduziert bei Benutzung des Assmann-Thermometers, das um $0\overset{0}{.}39$ im Mittel höher zeigt als das benutzte Instrumentalthermometer, und sie verschwindet für das sogenannte Hochthermometer vollständig; die Jahresperiode bleibt allerdings

für alle drei Thermometer bestehen. Ponsdorff findet unter Anwendung des Instrumentthermometers $\alpha = 60.''074$. Er sagt dann weiter: In allen anderen Beobachtungsreihen ist stets die Außentemperatur angewandt worden; um unser Resultat mit diesen vergleichbar zu machen, ist $\alpha$ auf diese zu beziehen und damit ergibt sich $\alpha = 60.''160$, ein Resultat, das mit den meisten der modernen übereinstimmt. Diese Schlußfolgerung ist m. E. nicht zulässig, solange nicht erwiesen ist, daß der letztere Wert ebensogut den Beobachtungen genügt, wie der erstere.

Bei Pulkowa 1885 und 1900 erwies es sich als zweckmäßig, an die Ablesung des äußeren Thermometers eine Korrektion $u\ (t_i - t_a)$ anzubringen, wo $u$ Funktion der *ZD* ist, ähnlich bei Heidelberg, wo aber $u$ sich als konstant ($= +1.2$) erwies. Da sich hier $t_i - t_a = +0^0 36$ im Mittel ergab, ist die Korrektion immerhin von beträchtlicher Größe. Welcher Nullpunkt gilt nun hier für die Refraktionskonstante?

Bauschinger (München) ist es erst nach mehrfachen mühsamen Rechnungen gelungen, ein befriedigendes Resultat dadurch zu erzielen, daß er für die *ZD* innerhalb der Dachwand statt der äußeren Temperatur die innere setzte, für die der Seitenwände die äußere multipliziert mit $-\operatorname{cotg}^2 z$, einem Faktor, der für größere *ZD* sehr klein wird. Damit ergibt sich der oben angesetzte Wert von $\alpha$, der sich auf die Lufttemperatur $0^0$ bezieht. Wird aber allen *ZD* die innere Temperatur zu Grunde gelegt (Lösung X), so ergibt sich $\alpha = 60.''55$. Bauschinger verwirft ihn, obwohl er den Beobachtungen ebensogut genügt, wie der andere Wert, weil er nach den theoretischen Betrachtungen über den Einfluß der inneren Temperatur nicht zulässig erscheint. Aber diesen liegt doch die nicht näher begründete Annahme über den Verlauf der Niveauschichtung zu Grunde! Mir scheint doch, daß hier die Wahl der Refraktionskonstanten sehr unentschieden bleibt.

Was die Zuverlässigkeit des ersten Greenwicher Wertes ($60.''089$) betrifft, so äußert Auwers einen sehr schweren Verdacht (Mittlere Örter von 83 südlichen Sternen für 1875.0, Publ. der Astr. Ges., XVII, pag. 9), der die Greenwicher Beobachtungen in einem sehr bedenklichen Lichte erscheinen läßt. Er sagt, daß man sich auf die Richtigkeit des 1842 angeschafften Newmanschen Thermometers ohne jede Prüfung 16 Jahre lang verlassen zu haben scheint; erst 1856 wird eine Vergleichung mit dem Standard-Thermometer angeführt, nach dieser die Röhre auf der Skala verschoben und $2\frac{1}{2}$ Jahre später erfolgt die nächste Vergleichung und ebensoviel später eine weitere. Aber die Ergebnisse dieser Vergleichungen stimmen keineswegs überein, sie sind auch nicht bei der Reduktion der Beobachtungen benutzt. 1877 sind an 17 Tagen

gleichzeitige Ablesungen des Refraktionsthermometers und des Standard-Thermometers vorgenommen, aber vermutlich haben sich hierbei die Thermometer nicht neben einander befunden, sondern das letztere auf der meteorologischen Station. Eine auf einer solchen Grundlage bestimmte Refraktionskonstante muß als wertlos bezeichnet werden.

Auch der zweite Greenwicher Wert ($\alpha = 60.''164$) verdient kein großes Vertrauen. Ich verweise deshalb auf die ausführliche Besprechung des Ten-year-Kataloges von Oertel (V. d. A. G., Jahrg. 30), der zu dem Schlusse kommt, daß die Greenwicher Poldistanzbestimmungen gegenüber anderen als minderwertig bezeichnet werden müssen.

Weiter reduziert de Ball alle Werte auf den Ausdehnungskoeffizienten der Luft $m = 0.003668$. Auch hiergegen muß ich mich wenden, denn wie ich bereits in Abschnitt IV erwähnt habe, haben die Refraktionsuntersuchungen zum Teil recht abweichende Werte für diese Konstante ergeben, die bis zu 100 und mehr Einheiten der letzten Stelle ansteigen. Der Einfluß von $m$ auf $\alpha$ ergibt sich aus der Relation

$$d\alpha = \frac{\alpha t\, dm}{1 + mt}$$

wo $t$ die Mitteltemperatur des Beobachtungsortes bedeutet. Nur mit den gefundenen $m$ konnte den Beobachtungen genügt werden; es ist deshalb nicht ohne weiteres zulässig, statt dieses Wertes von $m$ den obigen Normalwert zu setzen. In München und Heidelberg wurden die sich zunächst ergebenden sehr großen Werte von $m$ verworfen und um den Beobachtungen zu genügen, die physikalische statt der optischen Dichtigkeit eingeführt. De Ball aber reduziert die Refraktionskonstanten dieser beiden Reihen wieder auf die optische Dichtigkeit, die damit wohl nicht als die aus den Beobachtungen hervorgehenden angesehen werden können.

Schließlich erwähne ich noch, daß der Dampfdruck nur bei den neuesten Reihen berücksichtigt ist und daß in den meisten Reihen der Faktor $1 + y_1$ (nach Oppolzer) unbeachtet geblieben ist.

Die Werte de Balls bedürfen somit in mehrfacher Beziehung der Revision. Ob dadurch eine weitere Annäherung erzielt wird, läßt sich ohne weiteres nicht übersehen.

# VII. Die definitiven Deklinationen für 1900.0.

An die vorläufigen Deklinationen für 1897.0, wie ich sie in dem ersten Teil meiner Arbeit, pag. 207, gegeben habe, sind außer der kleinen Feuchtigkeitskorrektion $c'\pi$ (cf. pag. 29) nach den bisherigen Untersuchungen die Korrektionen anzubringen

$$\Delta\delta = +\Delta\varphi \pm \frac{\Delta a}{a} R(1+y_1) \begin{cases} + \text{ nördlich vom Zenit} \\ - \text{ südlich vom Zenit} \end{cases}$$

$$= -\Delta\varphi - \frac{\Delta a}{a} R(1+y_1) \quad \text{Unt. Kulm.}$$

$$\Delta\varphi = +0.''19, \quad \Delta a = -0.''201.$$

Außerdem habe ich jetzt wegen der bequemeren Vergleichung mit anderen Katalogen die Positionen auf 1900.0 gebracht mit Hilfe der in dem *NFK* gegebenen jährlichen Veränderung (Präc. + *EB*), denen bekanntlich die Newcombsche Präzessionskonstante zu Grunde liegt. Die Anordnung nach der Deklination habe ich beibehalten, da sie ein besseres Urteil über den Verlauf der Differenzen gegen *NFK* und *PGC* gewährt, die in den beiden vorletzten Kolumnen gegeben sind und in dem nächsten Abschnitt einer weiteren Diskussion unterzogen werden.

Die Bedeutung der einzelnen Kolumnen ist ohne weiteres verständlich.

**I. Südsterne.**

| Stern | Gr. | α | δ | Gew. | Gr.-*NFK* | Gr.-*PGC* | Δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *f* Puppis | 4.7 | 7h 33m | − 34° 44′ 36.″36 | 2 | + 0.″28 | + 0.″46 | − 0.″88 |
| ε Sagitt. | 1.9 | 18 17 | 34 25 52.74 | 3 | + 1.77 | + 2.07 | + 62 |
| α Columb. | 2.4 | 5 36 | 34 7 37.10 | 3 | + 1.45 | + 1.44 | + 30 |
| ε Scorpii | 2.3 | 16 43 | 34 6 40.34 | 3 | + 1.72 | + 2.03 | + 57 |
| *X* Eridani | 3.3 | 4 14 | 34 2 33.17 | 1 | − 0.40 | − 0.51 | − 1.55 |
| ι Pisc. austr. | 4.4 | 21 39 | 33 28 54.05 | 9 | + 1.41 | + 1.30 | + 27 |
| β Fornacis | 4.4 | 2 45 | 32 49 32.99 | 11 | − 0.02 | + 0.26 | − 1.16 |
| ξ Hydrae | 3.6 | 11 28 | 31 18 14.46 | 10 | + 0.98 | + 1.06 | − 78 |
| Lac. μ Forn. | 5.2 | 2 8 | 31 11 33.11 | 13 | + 1.25 | + 1.25 | + 13 |
| α Antliae | 4.2 | 10 22 | 30 33 29.64 | 16 | + 1.21 | + 1.40 | + 9 |
| γ Sagitt. | 3.0 | 17 59 | 30 25 29.81 | 10 | + 1.34 | + 1.25 | + 22 |
| α Pisc. austr. | 1.2 | 22 52 | 30 9 7.18 | 10 | + 0.86 | + 1.00 | − 26 |
| ζ Can. maj. | 2.9 | 6 16 | 30 1 6.88 | 4 | + 0.96 | + 1.19 | − 16 |
| *v*′ Eridani | 4.7 | 4 30 | 29 58 5.66 | 1 | | + 1.59 | |
| α Sculpt. | 4.1 | 0 54 | 29 53 51.26 | 19 | + 1.34 | + 1.17 | + 22 |
| ι Sculpt. | 5.3 | 0 16 | 29 32 2.96 | 11 | | + 1.22 | |
| 12 Eridani | 3.6 | 3 8 | 29 22 51.44 | 16 | + 1.09 | + 0.94 | − 2 |
| η Pisc. austr. | 5.7 | 21 55 | 28 56 0.03 | 16 | | + 0.98 | |
| ε Can. maj. | 1.5 | 6 55 | 28 50 7.97 | 7 | + 1.34 | + 1.31 | + 23 |

| Stern | Gr. | α | | δ | Gew. | Gr.-*NFK* | Gr.-*PGC* | Δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| τ Navis | 4.2 | 7ʰ | 39ᵐ | — 28° 42′ 55.″80 | 12 | | + 0.″83 | |
| δ Sculpt. | 4.4 | 23 | 44 | 28 40 59.08 | 13 | + 0.″88 | + 0.78 | — 0.″23 |
| λ Pyxidis | 5.3 | 9 | 19 | 28 24 21.15 | 13 | | + 1.15 | |
| $\varkappa^2$ Sculpt. | 5.5 | 0 | 6 | 28 21 22.93 | 11 | + 1.74 | + 1.49 | + 63 |
| c Sagitt. | 4.6 | 19 | 57 | 27 59 14.84 | 21 | + 1.57 | + 1.79 | + 46 |
| ε Pisc. austr. | 4.0 | 22 | 35 | 27 33 53.41 | 14 | + 1.20 | + 1.41 | + 10 |
| ω Capric. | 4.1 | 20 | 46 | 27 17 35.12 | 31 | | + 0.87 | |
| BAC 2453 | 5.6 | 12 | 32 | 26 35 8.22 | 24 | | + 1.95 | |
| δ Can. maj. | 1.9 | 7 | 4 | 26 14 2.96 | 11 | + 0.80 | + 0.82 | — 30 |
| α Scorpii | 1.2 | 16 | 23 | 26 12 35.24 | 31 | + 1.38 | + 1.56 | + 28 |
| π Hydrae | 3.4 | 14 | 0 | 26 12 1.06 | 26 | + 1.35 | + 1.40 | + 25 |
| ϑ Ophiuchi | 3.2 | 17 | 16 | 24 53 57.64 | 27 | + 1.47 | + 1.66 | + 38 |
| ϰ Fornacis | 5.4 | 2 | 18 | 24 16 13.09 | 21 | + 1.35 | + 1.25 | + 25 |
| 51 Ophiuchi | 5.1 | 17 | 25 | 23 53 6.57 | 21 | | + 0 98 | |
| Br. 2333 | 6.1 | 18 | 32 | 23 35 23.94 | 22 | | + 1.03 | |
| 24 Ophiuchi | 6.1 | 16 | 51 | 22 59 28.44 | 24 | | + 0.93 | |
| δ Scorpii | 2.3 | 15 | 54 | 22 20 12.42 | 17 | + 1.60 | + 1.65 | + 51 |
| π Sagitt. | 2.9 | 19 | 4 | 21 10 56.41 | 34 | + 1.19 | + 1.26 | + 10 |
| β Leporis | 2.9 | 5 | 24 | 20 50 19.81 | 31 | + 1.17 | + 1.12 | + 8 |
| Lal. 18817 | 5.8 | 9 | 28 | 20 40 22.20 | 50 | | + 1.05 | |
| Lal. 24277 | 6.1 | 12 | 58 | 20 2 46.32 | 44 | | + 0.98 | |
| 54 Eridani | 5.0 | 4 | 36 | 19 51 47.13 | 30 | | + 0.94 | |
| ι Librae | 4.6 | 15 | 6 | 19 24 46.73 | 43 | + 1.″42 | + 1.37 | + 33 |
| γ Capric. | 3.6 | 21 | 34 | 17 6 49.57 | 26 | + 1.03 | + 1.18 | — 5 |
| δ Corvi | 2.8 | 12 | 25 | 15 57 30.03 | 44 | + 1.32 | + 1.43 | + 24 |
| η Ophiuchi | 2.4 | 17 | 4 | 15 36 3.23 | 37 | + 1.00 | + 1.13 | — 8 |
| δ Crateris | 3.6 | 11 | 14 | 14 14 13.53 | 59 | + 0.90 | + 1.05 | — 18 |
| γ Eridani | 3.0 | 3 | 53 | 13 47 33.86 | 28 | + 0.81 | + 0.80 | — 27 |
| ν Aquarii | 4.4 | 21 | 4 | 11 46 35.04 | 51 | + 0.99 | + 1.14 | — 8 |
| Br. 2329 | 5.8 | 18 | 29 | 11 3 17.86 | 54 | | + 1.35 | |
| η Ceti | 3.3 | 1 | 3 | 10 42 43.72 | 53 | + 0.78 | + 0.73 | — 29 |
| ζ Ophiuchi | 2.6 | 16 | 31 | 10 21 52.22 | 43 | + 0.57 | + 0.84 | — 50 |
| ϰ Virginis | 4.2 | 14 | 7 | 9 48 28.76 | 58 | + 1.15 | + 1.37 | + 8 |
| ε Eridani | 3.5 | 3 | 28 | 9 47 47.45 | 46 | + 0.74 | + 0.74 | — 33 |
| ϰ Orionis | 2.1 | 5 | 43 | 9 42 17.14 | 12 | + 1.23 | + 1.34 | + 16 |
| ι Ceti | 3.5 | 0 | 14 | 9 22 41.10 | 40 | + 0.92 | + 0.93 | — 15 |
| β Librae | 2.5 | 15 | 11 | 9 0 49.51 | 43 | + 1.04 | + 1.25 | — 3 |
| ϑ Aquarii | 4.2 | 22 | 11 | 8 16 51.62 | 58 | + 1.05 | + 1.15 | — 2 |
| 19 Hydrae | 5.9 | 9 | 4 | 8 11 5.38 | 37 | | + 1.14 | |
| τ Orionis | 3.7 | 5 | 13 | 6 57 7.52 | 50 | + 1.21 | + 1.26 | + 14 |
| β Eridani | 2.7 | 5 | 3 | 5 12 55.36 | 23 | + 1.07 | + 1.08 | 0 |
| ϑ Virginis | 4.3 | 13 | 5 | 5 0 17.47 | 65 | + 1.18 | + 1.36 | + 11 |
| ν Eridani | 3.8 | 4 | 31 | 3 33 23.73 | 31 | + 1.04 | + 1.09 | — 3 |
| γ Aquarii | 3.7 | 22 | 16 | 1 53 27.70 | 54 | + 1.19 | + 1.20 | + 12 |
| δ Ceti | 3.9 | 2 | 34 | 0 6 9.00 | 43 | + 1.12 | + 1.13 | + 5 |
| η Virginis | 3.7 | 12 | 15 | 0 6 38.79 | 61 | + 1.09 | + 1.23 | + 2 |
| γ Piscium | 3.7 | 23 | 12 | + 2 44 10.06 | 61 | + 1.19 | + 1.23 | + 13 |
| γ Ophiuchi | 3.7 | 17 | 43 | 2 44 42 38 | 58 | + 1.22 | + 1.39 | + 16 |
| ϑ Hydrae | 3.9 | 9 | 9 | 2 44 11.54 | 55 | + 1.07 | + 1.15 | + 1 |
| β Ophiuchi | 2.8 | 17 | 38 | 4 36 33.05 | 78 | + 0.97 | + 1.17 | — 9 |
| α Equulei | 3.9 | 21 | 11 | 4 50 4.23 | 59 | + 0.87 | + 0.96 | — 19 |
| γ Orionis | 1.7 | 5 | 20 | 6 15 34.12 | 24 | + 1.33 | + 1.36 | + 27 |

| Stern | Gr. | α | | δ | | | Gew. | Gr.-*NFK* | Gr.-*PGC* | Δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ω Piscium | 3.9 | 23ʰ | 54ᵐ | + 6° | 18′ | 35.″72 | 47 | + 0.″95 | + 1.″01 | − 0.″11 |
| ζ Hydrae | 3.1 | 8 | 50 | 6 | 19 | 35.43 | 63 | + 1.04 | + 1.21 | − 2 |
| δ Piscium | 4.4 | 0 | 43 | 7 | 2 | 27.97 | 49 | + 1.00 | + 1.97 | − 6 |
| χ Leonis | 4.8 | 11 | 0 | 7 | 52 | 37.15 | 60 | + 1.14 | + 1.24 | + 8 |
| π Leonis | 4.9 | 9 | 55 | 8 | 31 | 27.88 | 53 | + 1.21 | + 1.38 | + 15 |
| o Virginis | 4.1 | 12 | 0 | 9 | 17 | 19.25 | 59 | + 1.13 | + 1.24 | + 7 |
| o Leonis | 3.8 | 9 | 36 | 10 | 20 | 51.28 | 57 | + 0.83 | + 1.01 | − 23 |
| ι Leonis | 4.0 | 11 | 19 | 11 | 4 | 49.51 | 59 | + 1.22 | + 1.36 | + 16 |
| α Leonis | 1.3 | 10 | 3 | 12 | 27 | 22.85 | 60 | + 1.26 | + 1.39 | + 21 |
| 60 Herculis | 4.9 | 17 | 1 | 12 | 52 | 41.89 | 55 | + 1.08 | + 1.25 | + 3 |
| ζ Aquilae | 3.0 | 19 | 1 | 13 | 42 | 54.06 | 53 | + 1.32 | + 1.50 | + 27 |
| ν Orionis | 4.4 | 6 | 2 | 14 | 46 | 50.50 | 38 | + 1.02 | + 1.20 | − 3 |
| γ Gemin. | 2.0 | 6 | 32 | 16 | 29 | 6.23 | 47 | + 1.32 | + 1.45 | + 27 |
| 110 Herculis | 4.1 | 18 | 41 | 20 | 27 | 3.13 | 67 | + 1.43 | + 1.70 | + 38 |
| β Herculis | 2.6 | 16 | 26 | 21 | 42 | 27.58 | 71 | + 1.07 | + 1.28 | + 2 |
| λ Pegasi | 3.9 | 22 | 41 | 23 | 2 | 22.71 | 65 | + 1.22 | + 1.37 | + 17 |
| 41 Leon. min. | 5.2 | 10 | 38 | 23 | 42 | 44.13 | 53 | + 0.88 | + 1.22 | − 17 |
| ζ Leonis | 3.4 | 10 | 11 | 23 | 54 | 57.68 | 61 | + 1.04 | + 1.31 | − 1 |
| ε Leonis | 3.0 | 9 | 40 | 24 | 14 | 6.35 | 60 | + 1.13 | + 1.42 | + 8 |
| ε Gemin. | 3.1 | 6 | 38 | 25 | 13 | 49.66 | 50 | + 0.89 | + 1.18 | − 16 |
| α Cor. bor. | 2.2 | 15 | 30 | 27 | 3 | 5.35 | 60 | + 1.36 | + 1.61 | + 31 |
| ι Gemin. | 3.8 | 7 | 19 | 27 | 59 | 49.67 | 48 | + 0.77 | + 1.02 | − 28 |
| χ Gemin. | 5.1 | 7 | 57 | 28 | 4 | 30.30 | 55 | + 1.00 | + 1.26 | − 5 |
| τ Piscium | 4.3 | 1 | 6 | 29 | 33 | 32.37 | 54 | + 1.02 | + 0.96 | − 3 |
| ρ Bootis | 3.7 | 14 | 27 | 30 | 48 | 38.22 | 69 | + 1.22 | + 1.49 | + 17 |
| 42 Leon. min. | 5.3 | 10 | 40 | 31 | 12 | 33.65 | 61 | + 0.96 | + 1.24 | − 9 |
| ϑ Cor. bor. | 4.1 | 15 | 29 | 31 | 41 | 48.62 | 54 | + 1.24 | + 1.36 | + 19 |
| ζ Herculis | 2.6 | 16 | 37 | 31 | 47 | 2.48 | 67 | | + 1.25 | |
| 12 Can. ven. sq. | 2.8 | 12 | 51 | 38 | 51 | 30.37 | 70 | + 0.17 | + 0.51 | − 88 |

## II. Circumpolarsterne.

| Stern | Gr. | α | | δ | | *OC* | Gew. | *UC* | Gew. | Mittel | Gr.-*NFK* | Gr.-*PGC* | Δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| δ Cygni | 2.8 | 19ʰ | 42ᵐ | 44° | 53′ | 12.″34 | 72 | 13.″77 | 0.4 | 12.″34 | +0.″79 | +0.″94 | +0.″47 |
| α Cygni | 1.3 | 20 | 38 | 44 | 55 | 22.77 | 72 | 21.91 | 0.4 | 22.77 | + 53 | + 60 | + 21 |
| β Aurig. | 1.9 | 5 | 52 | 44 | 56 | 14.71 | 55 | 15.80 | 0.8 | 14.73 | + 30 | + 25 | + 1 |
| ψ Urs. maj. | 3.0 | 11 | 4 | 45 | 2 | 28.26 | 70 | 29.35 | 0.5 | 28.27 | + 26 | + 39 | − 5 |
| φ Herculis | 4.0 | 16 | 6 | 45 | 11 | 49.31 | 64 | 48.84 | 3 | 49.29 | + 27 | + 57 | + 3 |
| α Aurig. | 1 | 5 | 9 | 45 | 53 | 47.11 | 79 | 47.86 | 1 | 47.12 | + 17 | + 17 | − 13 |
| λ Androm. | 3.8 | 23 | 33 | 45 | 54 | 59.46 | 64 | 58.54 | 1 | 59.45 | + 81 | + 67 | + 51 |
| ι Herculis | 3.6 | 17 | 37 | 46 | 3 | 34.31 | 75 | 34.54 | 1 | 34.31 | + 59 | + 65 | + 29 |
| σ′ sq. Cygni | 4.3 | 20 | 10 | 46 | 26 | 16.72 | 75 | 17.52 | 1 | 16.73 | + 41 | + 48 | + 10 |
| τ Herculis | 3.6 | 16 | 17 | 46 | 33 | 5.62 | 52 | 6.09 | 1 | 5.63 | + 57 | + 71 | + 28 |
| λ Bootis | 4.0 | 14 | 12 | 46 | 32 | 51.24 | 78 | 50.89 | 1 | 51.24 | + 56 | + 67 | + 26 |
| δ Persei | 3.0 | 3 | 36 | 47 | 28 | 4.54 | 50 | 5.13 | 2 | 4.56 | + 23 | + 20 | − 4 |
| κ Urs. maj. | 3.3 | 8 | 57 | 47 | 33 | 7.61 | 74 | 7.90 | 7 | 7.64 | + 9 | + 13 | − 11 |
| o Cassiop. | 4.7 | 0 | 39 | 47 | 44 | 13.70 | 71 | 13.03 | 7 | 13.64 | + 25 | + 11 | + 6 |
| 26 Lyncis | 5.7 | 7 | 47 | 47 | 49 | 26.38 | 61 | 25.18 | 3 | 26.22 | + 7 | + 12 | − 19 |
| υ Persei | 3.6 | 1 | 32 | 48 | 7 | 17.96 | 70 | 18.91 | 6 | 18.04 | + 30 | + 24 | + 9 |
| χ Urs. maj. | 3.8 | 11 | 41 | 48 | 20 | 1.89 | 65 | 2.39 | 3 | 1.91 | − 10 | + 9 | − 37 |
| ι Urs. maj. | 2.9 | 8 | 53 | 48 | 26 | 3.85 | 71 | 4.60 | 5 | 3.88 | + 9 | + 12 | − 14 |

| Stern | Gr. | α | δ | *OC* | Gew. | *UC* | Gew. | Mittel | Gr.-*NFK* | Gr.-*PGC* | Δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ϑ Persei | 4.1 | 2h 37m | 48° 48′ | 19″.95 | 61 | 20″.38 | 6 | 19″.99 | +0″.03 | +0″.10 | −0″.18 |
| π² Cygni | 4.3 | 21 43 | 48 50 | 48.34 | 73 | 48.40 | 2 | 48.34 | + 29 | + 33 | 0 |
| ι Persei | 4.1 | 3 2 | 49 13 | 52.65 | 57 | 53.31 | 3 | 52.68 | − 6 | − 4 | − 32 |
| ψ′ Aurig. | 5.1 | 6 17 | 49 20 | 20.29 | 64 | 20.41 | 4 | 20.30 | − 22 | − 10 | − 47 |
| α Persei | 1.9 | 3 17 | 49 30 | 19.05 | 58 | 20.45 | 4 | 19.14 | − 9 | − 4 | − 34 |
| 7 Lacertae | 3.8 | 22 27 | 49 46 | 5.94 | 74 | 5.83 | 8 | 5.93 | + 18 | + 26 | − 2 |
| η Urs. maj. | 1.8 | 13 43 | 49 48 | 44.35 | 76 | 44.95 | 5 | 44.39 | + 11 | + 15 | − 14 |
| ϑ Cygni | 4.5 | 19 34 | 49 59 | 22.16 | 70 | 22.36 | 4 | 22.17 | + 47 | + 60 | + 21 |
| φ Persei | 4.1 | 1 37 | 50 11 | 5.90 | 62 | 6.81 | 8 | 6.00 | − 3 | + 8 | − 21 |
| γ Drac. | 2.3 | 17 54 | 51 30 | 2.07 | 72 | 2.12 | 6 | 2.07 | + 17 | + 33 | − 7 |
| ι Cygni | 3.9 | 19 27 | 51 31 | 0.02 | 74 | 1.21 | 2 | 0.05 | + 41 | + 51 | + 11 |
| 3 Lacertae | 4.5 | 22 20 | 51 43 | 40.58 | 70 | 41.01 | 13 | 40.65 | + 19 | + 18 | + 5 |
| 27 Lyncis | 4.6 | 8 1 | 51 47 | 41.94 | 67 | 41.22 | 12 | 41.83 | − 20 | − 4 | − 36 |
| ϑ Urs. maj. | 3.1 | 9 26 | 52 7 | 59.70 | 71 | 58.97 | 11 | 59.63 | + 11 | + 17 | − 7 |
| ψ Cygni | 5.0 | 19 53 | 52 10 | 24.27 | 69 | 24.11 | 3 | 24.26 | + 25 | + 29 | − 3 |
| ϑ Bootis | 3.9 | 14 22 | 52 18 | 46.54 | 66 | 46.50 | 11 | 46.53 | + 12 | + 21 | − 4 |
| τ Persei | 4.0 | 2 47 | 52 21 | 11.59 | 64 | 12.00 | 8 | 11.64 | − 18 | − 9 | − 39 |
| β Drac. | 2.7 | 17 28 | 52 22 | 31.28 | 62 | 30.75 | 23 | 31.14 | 0 | + 14 | − 2 |
| Gr. 1460 | 6.3 | 8 32 | 53 3 | 43.54 | 74 | 42.91 | 13 | 43.45 | + 1 | − 3 | − 16 |
| γ Persei | 3.0 | 2 57 | 53 6 | 53.41 | 68 | 53.61 | 16 | 53.45 | − 12 | + 1 | − 24 |
| κ Cygni | 3.8 | 19 15 | 53 11 | 2.29 | 77 | 2.03 | 4 | 2.28 | + 51 | + 59 | + 24 |
| γ Urs. maj. | 2.3 | 11 48 | 54 15 | 2.83 | 66 | 2.99 | 10 | 2.85 | + 16 | + 13 | − 3 |
| η Persei | 3.8 | 2 43 | 55 28 | 49.55 | 57 | 50.40 | 9 | 49.69 | − 25 | − 11 | − 47 |
| α Cassiop. | (2.2) | 0 35 | 55 59 | 20.50 | 59 | 20.58 | 31 | 20.33 | + 21 | + 18 | + 23 |
| ε Urs. maj. | 1.7 | 12 50 | 56 30 | 9.62 | 72 | 9.54 | 16 | 9.61 | + 30 | + 32 | + 16 |
| Br. 3077 | 5.8 | 23 8 | 56 36 | 58.52 | 71 | 58.06 | 29 | 58.38 | + 23 | + 11 | + 6 |
| β Urs. maj. | 2.3 | 10 56 | 56 55 | 6.71 | 60 | 6.54 | 19 | 6.67 | + 15 | + 19 | + 9 |
| δ Urs. maj. | 3.4 | 12 10 | 57 35 | 17.64 | 72 | 18.09 | 17 | 17.73 | + 15 | + 12 | 0 |
| ζ Cephei | 3.4 | 22 7 | 57 42 | 29.73 | 75 | 29.26 | 21 | 29.64 | + 14 | + 11 | + 2 |
| 15 Lyncis | 4.6 | 6 48 | 58 33 | 13.74 | 40 | 14.15 | 20 | 13.88 | − 18 | − 2 | − 20 |
| β Cassiop. | 2.2 | 0 4 | 58 35 | 53.38 | 71 | 53.74 | 23 | 53.47 | + 3 | + 2 | − 6 |
| ϑ Drac. | 3.8 | 16 0 | 58 49 | 56.15 | 56 | 56.91 | 9 | 56.26 | + 12 | + 29 | − 8 |
| 2 Lyncis | 4.4 | 6 11 | 59 2 | 49.62 | 53 | 50.01 | 30 | 49.76 | − 19 | + 1 | − 19 |
| ο Drac. | 4.6 | 18 49 | 59 15 | 58.05 | 72 | 57.77 | 8 | 58.02 | + 34 | + 36 | + 9 |
| ι Drac. | 3.2 | 15 23 | 59 18 | 58.85 | 63 | 58.90 | 30 | 58.86 | + 16 | + 34 | + 13 |
| ο Urs. maj. | 3.3 | 8 22 | 61 3 | 9.40 | 70 | 9.03 | 24 | 9.31 | + 4 | + 10 | − 7 |
| η Cephei | 3.5 | 20 43 | 61 27 | 1.29 | 67 | 0.72 | 39 | 1.10 | + 18 | + 11 | + 18 |
| 4 Cassiop. | 5.5 | 23 20 | 61 44 | 1.72 | 69 | 1.53 | 28 | 1.66 | + 29 | + 16 | + 21 |
| η Drac. | 2.7 | 16 23 | 61 44 | 26.04 | 70 | 26.27 | 27 | 26.11 | + 22 | + 30 | + 14 |
| α Cephei | 2.5 | 21 16 | 62 9 | 42.80 | 78 | 42.70 | 40 | 42.77 | + 35 | + 29 | + 32 |
| 20 Cephei | 5.7 | 22 2 | 62 17 | 51.79 | 72 | 51.63 | 27 | 51.75 | + 16 | + 8 | + 6 |
| κ Cassiop. | 4.2 | 0 27 | 62 22 | 47.61 | 63 | 47.74 | 40 | 47.66 | + 8 | − 1 | + 9 |
| ϑ Cephei | 4.1 | 20 28 | 62 39 | 28.81 | 74 | 28.71 | 38 | 28.77 | + 35 | + 46 | + 32 |
| 12 H. Drac. | 5.3 | 15 45 | 62 54 | 31.14 | 58 | 31.20 | 33 | 31.16 | + 35 | + 29 | + 34 |
| α Drac. | 3.4 | 14 2 | 64 51 | 13.84 | 75 | 14.13 | 24 | 13.91 | + 33 | + 39 | + 20 |
| i Drac. | 4.8 | 13 48 | 65 13 | 2.29 | 63 | 2.46 | 22 | 2.33 | + 24 | + 28 | + 12 |
| ι Cephei | 3.5 | 22 46 | 65 40 | 27.42 | 65 | 26.78 | 29 | 27.25 | − 52 | − 63 | − 59 |
| 9 Cam. | 4.3 | 4 44 | 66 10 | 22.26 | 65 | 22.59 | 31 | 22.36 | − 22 | − 15 | − 29 |
| δ Drac. | 3.0 | 19 13 | 67 29 | 8.69 | 69 | 8.76 | 9 | 8.70 | + 47 | + 43 | + 22 |
| Gr. 1308 | 5.8 | 7 20 | 68 40 | 12.24 | 62 | 12.23 | 44 | 12.24 | + 15 | + 4 | + 14 |
| λ Drac. | 3.6 | 11 25 | 69 52 | 58.73 | 66 | 58.72 | 43 | 58.73 | − 11 | − 7 | − 13 |
| 5 H Cam. | 4.5 | 3 39 | 71 1 | 27.36 | 35 | 27.13 | 24 | 27.27 | + 3 | − 4 | + 4 |

| Stern | Gr. | $\alpha$ | $\delta$ | $OC$ | Gew. | $UC$ | Gew. | Mittel | Gr.-$NFK$ | Gr.-$PGC$ | $\Delta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 Cassiop. | 4.0 | $1^h 55^m$ | $71°56'$ | 14″78 | 52 | 14″57 | 60 | 14″67 | −0″15 | −0″18 | −0″06 |
| $\chi$ Drac. | 3.6 | 18 23 | 72 41 | 22.85 | 73 | 22.49 | 28 | 22.75 | + 54 | + 48 | + 41 |
| Gr. 1586 | 6.3 | 9 49 | 73 21 | 18.43 | 70 | 18.38 | 54 | 18.41 | + 5 | + 7 | + 6 |
| $\beta$ Urs. min. | 2.0 | 14 51 | 74 33 | 51.79 | 63 | 51.91 | 75 | 51.85 | + 70 | + 75 | + 73 |
| Br. 1147 | 5.8 | 8 7 | 76 3 | 44.03 | 74 | 43.87 | 44 | 43.98 | − 30 | − 26 | − 36 |
| $\gamma$ Cephei | 3.3 | 23 35 | 77 4 | 27.57 | 64 | 27.39 | 49 | 27.48 | + 31 | + 18 | + 30 |
| 24 H Cam. | 4.6 | 6 45 | 77 6 | 17.14 | 65 | 17.44 | 57 | 17.28 | − 15 | − 16 | − 14 |
| $\zeta$ Urs. min. | 4.3 | 15 48 | 78 6 | 7.92 | 53 | 8.61 | 40 | 8.22 | + 24 | + 30 | + 22 |
| 4 H Drac. | 5.0 | 12 7 | 78 10 | 18.79 | 72 | 19.05 | 44 | 18 89 | − 2 | + 7 | − 8 |
| 1 H Drac. | 4.3 | 9 22 | 81 46 | 6.89 | 73 | 6.65 | 80 | 6.77 | − 5 | − 14 | − 2 |
| $\varepsilon$ Urs. min. | 4.2 | 16 57 | 82 12 | 7.95 | 61 | 7.96 | 47 | 7.95 | + 15 | + 29 | + 13 |
| $\delta$ Urs. min. | 4.3 | 18 6 | 86 36 | 47.97 | 76 | 48.26 | 45 | 48.08 | + 29 | + 47 | + 22 |
| 51 H Ceph. | 5.2 | 6 52 | 87 12 | 20.36 | 51 | 20.02 | 72 | 20.22 | − 6 | − 16 | + 3 |
| $\alpha$ Urs. min. | 2.0 | 1 22 | 88 46 | 26.30 | 77 | 26.36 | 78 | 26.33 | − 18 | − 16 | − 18 |

## VIII. Die Katalogvergleichung.

Nach der Diskussion und rechnerischen Berücksichtigung aller Fehlerquellen besteht die letzte Arbeit des Katalog-Beobachters darin, sein Werk mit anderen Katalogen, insbesondere mit den 3 Fundamentalkatalogen von Auwers, Boss und Newcomb zu vergleichen und er übergibt es mit Befriedigung der Öffentlichkeit, wenn sich beste Übereinstimmung ergibt; je besser diese ist, ein um so größeres Gewicht wird ihm nachher zu teil. Systematische Abweichungen gegen einen $FC$ werden dem Spezialkataloge zur Last gelegt und als Korrektionen desselben bezeichnet, die bezüglich der Deklinationen als $\Delta\delta_\alpha$ zurückgeführt werden auf jährliche Temperatureinflüsse auf das Instrument oder auf die Refraktion, auf vernachlässigte Breitenvariation etc., und als $\Delta\delta_\delta$ auf Reste von Teilungsfehlern, auf Biegung, Refraktion etc.

Eine strenge Analyse dieser Abweichungen läßt sich leider nicht durchführen, besonders in Bezug auf die $\Delta\delta_\delta$, die uns hier mehr interessieren als die $\Delta\delta_\alpha$, die in der Regel nur sehr klein sind. Die Deklinationen der $FC$ sind nicht homogen in dem Sinne, daß etwaige Fehler derselben als einfache Funktionen eines Winkels, z. B. der Zenitdistanz, der Kreisteilung etc., dargestellt werden können. In der Circumpolarsternregion setzen sie sich zusammen aus $OC$ und $UC$, die mit sehr verschiedenem Gewicht miteinander vereinigt sind; und in der Äquatorregion sind sie Kombinationen aus Beobachtungen auf nördlichen und südlichen Sternwarten, wobei sich etwaige Fehler überdecken. Eine einheitliche Ausgleichung der Abweichungen eines Katalogs gegen einen $FC$ etwa nach dem Ansatze $x + y \cdot F(z)$ oder $x + y\, F(\delta)$, oder

ihre graphische Darstellung durch einen symmetrischen Kurvenzug wird daher zwecklos sein, weil sie die Natur der Fehler nicht zu erkennen zu geben vermag.

Möge sich der Fehler einer Katalogposition $\delta$ zusammensetzen aus einem konstanten Teile $x$ und, wie es wohl am wahrscheinlichsten ist, aus einem von der $ZD$ abhängigen Teile $y \cdot F(z)$, so haben wir

$$\delta_s = \varphi - z_s - x - y\,F(z_s) \quad \text{südlich vom Zenit,}$$
$$\delta_n = \varphi + z_n + x + y\,F(z_n) \quad \text{nördlich vom Zenit,}$$
$$\delta_{uc} = 180 - \{(\varphi + z_{uc} + x + y\,F(z_{uc})\} \quad \text{unt. Kulm.}$$
$$\tfrac{1}{2}(\delta_s + \delta_{uc}) = 90 - \tfrac{1}{2}\{z_s + z_{uc} + y\,F(z_s) + y\,F(z_{uc})\}$$
$$\tfrac{1}{2}(\delta_n + \delta_{uc}) = 90 + \tfrac{1}{2}\{z_n - z_{uc} + y\,F(z_n) - y\,F(z_{uc})\}$$

Es geht also in die Beobachtungen, die nur in $OC$ beobachtet sind, sowohl $x$ und $y$ ein, in die Kombinationen aus $OC$ und $UC$ aber nur $y$. Gehen wir also bei der Katalogvergleichung von der ersten Kategorie zur zweiten über, so muß sich in der Reihe der Differenzen eine Diskontinuität darbieten. Da jedoch den $\delta_{oc}$ und $\delta_{uc}$ verschiedene Gewichte gegeben werden, so wird in den Mittelwerten $\frac{\delta_{oc} + \delta_{uc}}{2}$ noch ein Rest der Konstanten $x$ enthalten sein in dem Betrage

$$x \cdot \frac{g_{oc} - g_{uc}}{g_{oc} + g_{uc}},$$

also am stärksten bei den Sternen bei dem Übergange, da diese in $UC$ in der Regel nur geringes Gewicht erhalten. Für die polnahen Sterne wird $g_{oc}$ nicht sehr verschieden sein von $g_{uc}$; hier wird $x$ verschwinden. Für die Circumpolarsterne wird sich also $x$ als eine Funktion der $ZD$ darbieten.

Hiernach sind die Differenzen des Spezialkatalogs gegen einen $FC$, dessen Positionen wir zunächst als fehlerfrei ansehen wollen, auszugleichen nach den Ansätzen:

1) $$\varDelta\delta_s = -x - y\,F(z) \quad OC,\ \text{südlich vom Zenit,}$$

2) $$\varDelta\delta_n = x + y\,F(z) \quad OC,\ \text{nördlich vom Zenit}$$

3) $$\varDelta\delta'_s = x\,\frac{g_{oc} - g_{uc}}{g_{oc} + g_{uc}} - \frac{g_{oc}\,y\,F(z_{oc}) + g_{uc}\,y\,F(z_{uc})}{g_{oc} + g_{uc}}$$

(Circumpolarst., südl. vom Zenit in $OC$).

4) $$\varDelta\delta'_n = x\,\frac{g_{oc} - g_{uc}}{g_{oc} + g_{uc}} + \frac{g_{oc}\,y\,F(z_{oc}) - g_{uc}\,y\,F(z_{u})}{g_{oc} + g_{uc}}$$

(Circumpolarst., nördlich vom Zenit in $OC$).

Betrachten wir hieraufhin die vorliegenden Beobachtungen, so befinden sich in nachfolgender Tabelle, gruppenweise geordnet, ihre Differenzen gegen die 3 *FC*: Auwers-Peters, Boss und Newcomb mit Hinzufügung der jeweiligen Anzahl der Sterne in jeder Gruppe:

| Deklination | | | Gr.-Auw. | | Gr.-Boss | | Gr.-Newc. | | *B—R* Auw. | *B—R* Boss |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | bis | + 80 | 5 | + 0.″03 | 5 | + 0.″06 | 5 | — 0.″02 | — 0.″32 | — 0.″36 |
| II | + 80 | 70 | 10 | + 13 | 10 | + 12 | 10 | + 21 | + 08 | 00 |
| III | 70 | 65 | 7 | + 05 | 7 | + 07 | 7 | + 05 | + 15 | + 14 |
| IV | 65 | 60 | 9 | + 13 | 9 | + 12 | 9 | + 10 | + 14 | + 25 |
| V | 60 | 55 | 13 | + 15 | 13 | + 20 | 13 | 0 | + 24 | + 21 |
| VI | 55 | 50 | 14 | + 10 | 14 | + 18 | 14 | — 11 | + 34 | + 50 |
| VII | 50 | 48 | 10 | + 07 | 10 | + 15 | 10 | + 01 | + 27 | + 50 |
| VIII | 48 | 45 | 16 | + 39 | 16 | + 43 | 16 | + 23 | + 12 | + 39 |
| IX | 44 | 30 | 4 | + 90 | 5 | + 1.17 | 5 | + 98 | — 06 | — 02 |
| X | 30 | 20 | 11 | + 1.07 | 11 | + 1.30 | 11 | + 1.06 | — 55 | — 47 |
| XI | 20 | 10 | 7 | + 1.15 | 7 | + 1.31 | 7 | + 99 | — 40 | — 32 |
| XII | 10 | 0 | 12 | + 1.09 | 12 | + 1.19 | 12 | + 87 | — 17 | — 12 |
| XIII | 0 | — 10 | 14 | + 1.04 | 14 | + 1.15 | 14 | + 80 | — 06 | — 07 |
| XIV | 10 | 25 | 13 | + 1.16 | 20 | + 1.15 | 13 | + 96 | — 22 | — 20 |
| XV | 25 | 30 | 10 | + 1.27 | 17 | + 1.19 | 12 | + 1.21 | + 07 | + 06 |
| XVI | > | 30 | 13 | + 1.08 | 13 | + 1.04 | 12 | + 1.11 | + 01 | + 03 |

Da die 3 Fehlerkurven sehr nahe parallel verlaufen, habe ich die Ausgleichung nur für die erste (Gr.-Auwers) vorgenommen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß das von der *ZD* abhängige Glied durch Fehler der Refraktion bedingt wird; ich habe deshalb $F(z)$ gleich der mittleren Refraktion gesetzt, zumal auch die Produkte dieser mit den Gewichten bereits vorlagen. Da es sich nur um eine Überschlagsrechnung handelte, habe ich die Bedingungsgleichungen mit gleichem Gewicht angesetzt. Die Normalgleichungen lauten:

$$10.334\,x + 7.923\,y = +9.311$$
$$7.923\,x + 20.022\,y = +9.816$$
$$x = +0.754, \qquad y = +0.192.$$

Die Darstellung ist in der obigen Tabelle unter *B—R* (Auwers) gegeben und mit den gleichen Werten der Unbekannten auch die für Boss unter *B—R* (Boss). Sie ist nicht befriedigend, weder in Bezug auf Größe der Reste noch auf Vorzeichenverteilung; sie ist schlechter bei Auwers als bei Boss. Die Unbekannte $y$ sagt aus, daß die Refraktionskonstante der vorliegenden Reihe um rund 0.″2 kleiner ist als die dem *FC* zu Grunde liegende; das deckt sich mit anderen Untersuchungsergebnissen. Deshalb unterlasse ich es, statt der

Refraktion die Biegung als Argument einzuführen, zumal voraussichtlich auch hierdurch die Darstellung nicht wesentlich geändert wird. Zur Erklärung von $x = +0''75$ fehlt leider eine gleich wahrscheinliche Ursache; eine Korrektur der Polhöhe von diesem Betrage ist nach den früheren Untersuchungen ganz ausgeschlossen und zur Annahme anderer konstanter Korrektionen von diesem Betrage fehlt jegliche Unterlage. Es bestätigt sich also hier, was ich bereits zu Beginn dieses Abschnitts ausgesprochen habe, daß eine Ausgleichung in einem Guß nicht zu dem gewünschten Ziele führen kann. Ich habe sie deshalb nach Südsternen und Circumpolarsternen getrennt wiederholt, und zwar jetzt unter Zugrundelegung des ganzen, nicht zu Gruppen zusammengefaßten Materials. Es ergab sich:

1. Südsterne

$$84.0\,x + 107.4\,y = +\ 91.0$$
$$107.4\,x + 243.1\,y = +118.9$$
$$x = +1.052 \pm 0.050$$
$$y = +0.025 \pm 0.029$$

m. F. der Gewichtseinheit: $\varepsilon = \pm\ 0.300$ (ohne Sterne südlicher als $-30^0$ $\varepsilon = \pm\ 0.232$).

2. Circumpolarsterne

$$37.0\,x - 12.1\,y = +10.0$$
$$-12.1\,x + 8.3\,y = -\ 2.5$$
$$x = +0.325 \pm 0.058$$
$$y = +0.169 \pm 0.126$$

m. F. der Gewichtseinheit: $\varepsilon = \pm\ 0.252$.

Die Darstellung ist bereits in der Tabelle pag. 41 unter $\Delta$ gegeben; sie ist nach der Vorzeichenverteilung und nach der Größe der Reste außer bei den tiefsten Südsternen durchaus befriedigend, jedenfalls bedeutend besser als vorhin.

Der Wert von $y$ deckt sich bei den Circumpolarsternen mit dem oben gefundenen Werte, bei den Südsternen nicht; das ist leicht erklärlich, wenn man beachtet, daß mit diesen, wie wir noch sehen werden, in dem $FC$ die Beobachtungen der Südhalbkugel vereinigt sind und daß daher in Bezug auf die Refraktion das Material für diese nicht so homogen angesehen werden kann wie für jene.

Für $x$ eine plausible Erklärung zu geben, ist vor der Hand nicht möglich. Der Unterschied der Lösungen beider Kategorien von Sternen führt auf die

Schlußfolgerung, daß eine auf dieselbe Ursache zurückzuführende Fälschung des Wiener Katalogs nicht vorliegen kann. Es wird kaum möglich sein, eine Funktionsform zu finden, die beiden Kategorien genügt.

Boss hat meinen vorläufigen Katalog bei der zweiten Revision seines Systems benutzt und aus den Abweichungen die Formel abgeleitet (Astr. J. XXIII, pag. 122)

$$\Delta\delta_\delta = -0.''37 - 0.''81 \sin z - 0.''250 \frac{\varrho}{100},$$

wo $\varrho$ die mittlere Refraktion bedeutet. Auch er hält einen Biegungsfehler im Betrage von $-0.''81 \sin z$ für unwahrscheinlich und ist deshalb geneigt, die Differenzen auf die angenommenen Teilungsfehler zurückzuführen, was aber nach meinen früheren ausführlichen Mitteilungen hierüber völlig ausgeschlossen ist. Im übrigen ist mir nicht klar, wie Boss zu der obigen Formel gelangt ist, denn diese ergibt für die Deklination $+45^0$ bis $-30^0$ die folgenden Werte unter „Formel", denen unter $\Delta\delta_\delta$ die in Boss *FC* gegebenen gegenüber gestellt sind:

| $\delta$ | Formel | $\Delta\delta_\delta$ |
|---|---|---|
| $+45^0$ | $-0.''42$ | $-0.''19$ |
| 30 | 67 | 85 |
| 25 | 75 | 1.01 |
| 20 | 83 | 1.07 |
| 15 | 91 | 1.05 |
| 10 | 98 | 98 |
| 5 | 1.04 | 85 |
| 0 | 1.13 | 72 |
| $-5$ | 1.21 | 64 |
| 10 | 1.29 | 59 |
| 15 | 1.37 | 56 |
| 20 | 1.48 | 52 |
| 25 | 1.62 | 46 |
| 30 | 1.84 | 35 |

Von einer Übereinstimmung beider Reihen wird man kaum sprechen können. Außerdem erscheint mir auch eine scharfe Trennung von Biegung und Refraktionsfehler kaum möglich zu sein, so lange nicht sehr große *ZD* in Frage kommen.

Aus Gründen, die sich später bei der Vergleichung mit einzelnen Katalogen ergeben, kann ich nicht annehmen, daß die Differenzen gegen die *FC* allein meinen Beobachtungen zur Last zu legen sind; ich sehe mich deshalb veranlaßt, kurz auf die von den *FC* zu erwartende Genauigkeit einzugehen.

# IX. Die Fundamentalkataloge.

Bezüglich der Vorgeschichte des *FC* Auwers erinnern wir uns, daß zum Anschluß der Zonenbeobachtungen der *AG* zunächst die sog. Pulkowaer Hauptsterne dienen sollten, das waren 336 nördlich von $-10^0$ in Pulkowa (Pass. Instr. und Vertikalkreis) für die Epoche 1845 bereits beobachtete und für eine zweite spätere Epoche neu zu bestimmende Sterne bis zur Größenklasse 4.0. Zur Ausfüllung von Lücken wurden 203 schwächere Sterne hinzugefügt — die sog. Zusatzsterne. Außer den Pulkowaer Katalogen benutzte Auwers noch den VII Year Catalogue 1860, den Pariser Catalogue provisoire von 306 Fundamentalsternen und gelegentlich den VI Year, XII Year und New VII Year Catalogue für 1864. Alle diese wurden auf Pulkowa reduziert, d. h. es wurden ihre Differenzen gegen Pulkowa gebildet, diese nach *AR* und Dekl. ausgeglichen und angebracht. So entstand der erste *FC* Auwers (V. d. A. G. IV, 324).

Nach Vollendung des Pulkowaer Katalogs 1865 und der Neureduktion der Bradleyschen Beobachtungen von 1755 durch Auwers konnten zuverlässige Werte für die *EB* abgeleitet werden. Mit Benutzung von noch vier weiteren Katalogen wurde alles auf die neuen Pulkowaer Positionen und auf 1875.0 reduziert. Dem neuen *FC* wurden noch 83 südliche Sterne hinzugefügt. (Publ. d. A. G. XIV. u. XVII.) Für definitiv erachtete Auwers diese Arbeit noch nicht; eine beträchtliche Korrektion würde voraussichtlich das System nicht erfordern, im Äquator sei es um einige Zehntel-Sekunden und im Pulkowaer Horizont um das Doppelte dieses Fehlers zu südlich.

In einer Reihe von Aufsätzen in den Astronomischen Nachrichten hat Auwers sodann seine weiteren Untersuchungsergebnisse über die Verbesserung dieses *FC* niedergelegt. Das Verfahren war kurz folgendes: Es wurden sämtliche Kataloge von Bradley an mit dem *FC* verglichen und aus den Differenzen größtenteils durch einfache graphische Ausgleichung Reduktionstafeln für die $\Delta\alpha_\alpha$, $\Delta\alpha_\delta$, $\Delta\delta_\alpha$ und $\Delta\delta_\delta$ gebildet. Die Positionen sind offenbar mit wenigen Ausnahmen unverändert den einzelnen Katalogen entnommen. Die Werte der Reduktionstafeln sind in passenden Gruppen, meist für zehnjährige Perioden zu Normalwerten vereinigt, unter Erteilung von zunächst willkürlich gewählten Gewichten, und diese einer linearen Ausgleichung unterworfen — offenbar nach der Zeit! Damit ergab sich eine erste Näherung der Verbesserungen des *FC* innerhalb seines Systems. Es waren nunmehr 1. aus den verbleibenden Abweichungen zahlenmäßig Gewichte der Kataloge zu ermitteln,

2. mit diesen die Normalörter neu zu bilden, 3. diese wiederum auszugleichen und 4. die Verbesserung des Systems selbst anzustreben.

Zur Bestimmung der Korrektionen $\varDelta\delta_\delta$ werden 50 Reihen ausgewählt (1821 Bessel bis 1897 München und Wien-Ottakring) und hieraus sechs Normalörter von je 5° Ausdehnung in Dekl. gebildet; bei den übergreifenden Zonen der beiden Erdhälften werden an die auf $ZD$ von etwa 60° ab fallenden Werte Reduktionen im Verhältnis der in Betracht kommenden Refraktionsbeträge angebracht. Eine erneute Ausgleichung linear nach der Zeit liefert sodann die Reduktionen auf den neuen $FC$ des $BJ$, der von J. Peters unter Anwendung der Newcombschen Präzessionskonstanten in den Veröffentlichungen des K. Astron. Rechen-Instituts zu Berlin, Nr. 33 herausgegeben ist.

In ähnlicher Weise wie die $\varDelta\delta_\delta$ werden die $\varDelta\delta_\alpha$ gebildet, die sich aber durchweg als sehr klein ergeben.

Einen anderen Weg schlägt Boss ein (Astr. Journal, XXIII, Nr. 540/41) Er will zur Festlegung des Systems zunächst nur absolute Beobachtungen heranziehen, das sind solche, bei denen Polhöhe und Refraktion durch ausgedehnte Circumpolarsternbeobachtungen genau bestimmt sind. Die strenge Durchführung dieses Kriteriums würde aber die Anzahl der brauchbaren Kataloge sehr vermindern. Aber aus der Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen auf beiden Erdhälften lassen sich zuverlässige Korrektionen der Refraktionen ableiten. Die Polhöhe kann man dann bei den besseren Katalogen als hinreichend gesichert annehmen, und zwar dadurch, daß die beobachteten Deklinationen zu beiden Seiten des Pols die gleichen sind. Ein Rest von Instrumentalfehlern wird trotz aller Bemühungen stets vorhanden sein.

Demgemäß vergleicht Boss 17 Kataloge besonders von Greenwich und Cap paarweise miteinander und leitet für sie Verbesserungen der Refraktionskonstanten ab. Außer diesen werden noch 9 andere Kataloge zur Ableitung des Fundamentalsystems benutzt. Unter Zugrundelegung eines vorläufigen Systems wird weiterhin in gleicher Weise verfahren wie bei Auwers: Die Differenzen gegen dieses werden zonenweise linear nach der Zeit ausgeglichen und damit Verbesserungen des Systems und der $EB$ gewonnen. Das System selbst kann als hinreichend gesichert angesehen werden und der zweite Teil der Aufgabe besteht nunmehr darin, unter Hinzuziehung aller übrigen brauchbaren Kataloge es in sich selbst noch schärfer auszubauen. Durch Vergleichung dieser Kataloge mit dem gewonnenen System wurden zunächst ihre systematischen Fehler abgeleitet, d. h. eine konstante Differenz, ein von $\sin z$ abhängiges Glied und die Verbesserung der Refraktion. Nach Anbringung dieser wird der Prozeß von vorhin wiederholt: Neue Zonengleichungen werden

mit dem gesamten Material gebildet, nach der Zeit ausgeglichen etc. So entsteht eine zweite Tafel für die Verbesserungen des Systems in sich und der *EB*. Die Endresultate sind gegeben in dem Preliminary General Catalogue by Lewis Boss.

Der *FC* Newcomb ist entstanden auf Anregung der Pariser Konferenz 1896; es sollten damit die Verschiedenheiten der astronomischen Jahrbücher beseitigt werden. Als Grundlage für die Verbesserungen der Deklinationen diente der Katalog von L. Boss: Declinations of the fixed stars. Im Astr. Journal XVI hatte Newcomb bereits gezeigt, daß dieser von Fehlern $\Delta\delta_\alpha$ nahezu frei sei. Um den Fehler des Systems selbst zu bestimmen, vergleicht Newcomb die Beobachtungen der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn mit den von der Theorie geforderten Örtern, wobei er nur die Sterne innerhalb der Zodiacalzone benutzt; als Korrektion des Boss-Systems findet er

$$E = +0''.09 + 0''.42\,T \quad (T \text{ von } 1850 \text{ gezählt}).$$

Die Konstante hält er für sicher, das Zeitglied weniger; deshalb leitet er es auch noch aus den Beobachtungen in Greenwich (1851—86) und Pulkowa (1845—85) ab, und nimmt endgültig an

$$\mathrm{E} = +0''.09 + 0''.38\,T.$$

Aus den Differenzen der einzelnen Kataloge gegen das Boss-System (*C–B*) ergaben sich dann deren absolute Korrektionen, zunächst innerhalb der Zodiacalzone, als dessen Mitte wegen des Vorwiegens der Beobachtungen der Planeten in ihrem nördlichen Teile $\delta = +5^0$ gesetzt wird,

$$J = E - (B-C).$$

Diese Größen sind für die benutzten Kataloge in Tafel A (pag. 193) angegeben.

Um die absoluten Korrektionen für die übrigen $\delta$ Zonen zu berechnen, geht Newcomb davon aus, daß erfahrungsgemäß die Polsterne wegen der Kombination von *OC* und *UC* keiner Korrektionen bedürfen, daß also für sie $J = O$ ist. In Ermangelung jeglicher Kenntnisse über den Verlauf von $J$ vom Äquator bis zum Pol nimmt er an, daß dieser proportional mit der Deklination erfolge. Für Sterne südlich vom Äquator bis zum Horizont wird $J$ konstant angenommen. Demgemäß werden die Größen $J_\delta$ für alle Kataloge von $5^0$ zu $5^0$ durch einfache Interpolation gebildet. Fand sich die Korrektion für die Polarsterne zu groß, als daß sie lediglich zufälligen Fehlern zugeschrieben werden konnte, so wurde sie als Fehler der Polhöhe angenommen und zuvor von allen anderen in Abzug gebracht. Die Washington Kataloge

und Bradley zeigen im Zenit eine Diskontinuität; sie werden deshalb einer gesonderten Behandlung unterworfen, die an Beispielen näher erläutert wird.

Damit sind die absoluten Korrektionen der einzelnen Kataloge für alle in Betracht kommenden Deklinationen gewonnen. Zieht man von ihnen ihre Differenzen gegen das Boss-System $(C-B)_\delta$ ab, so erhält man die absoluten Korrektionen dieses Systems (von $5^0$ zu $5^0$), gültig für die jeweilige Katalogepoche

$$E_\delta = J_\delta + (C-B)_\delta .$$

Wir finden sie in Tafel *G* angeführt. Den einzelnen Katalogen werden nach Abschätzung ihres Wertes Gewichte von 1—10 zuerteilt. Da die Korrektionen jeder Zone als Folgen fehlerhafter *EB* sich proportional mit der Zeit ändern so werden sie nach dem Ansatze $x + yt$ ausgeglichen, wo $x$ eine konstante Reduktion des Boss-Systems auf das Normalsystem für die Nullepoche ist und $y$ die Korrektion der *EB*.

Die übrig bleibenden Reste sind $S = E_\delta - (x + yt)$ und die Reduktion jedes einzelnen Katalogs auf das Normalsystem ist

$$\varDelta \delta_\delta = J_\delta - S.$$

---

Damit sind in kurzen Zügen die Grundlagen für die Entstehung der *FC* gegeben. Sie weichen hinsichtlich der Art ihrer Orientierung zum Äquator von einander ab. Als das wahrscheinlichste System bezeichnet Auwers dasjenige, welches zwischen allen einzelnen unabhängig bestimmten Systemen die Mitte hält und würde festgelegt werden, wenn man alle solche Bestimmungen mit richtigen relativen Gewichten vereinigte. Tatsächlich, so sagt er weiter, ist nur eine Annäherung zu erlangen, weil die Gewichte nur abgeschätzt werden können und weil die Unabhängigkeit nicht immer gewährleistet ist. Indes die Fülle des vorliegenden Materials wird nahezu richtige Mittelwerte verbürgen. Eine Untersuchung über einen etwaigen Systemfehler stellt er nicht an.

Nach der Fehlertheorie ist die Definition von Auwers unzweifelhaft zutreffend, jedoch die Erfahrung bestätigt sie in unserem Falle der $\varDelta \delta_\delta$ nicht. Sie setzt voraus, daß die unabhängig bestimmten Systeme sich nur noch um zufällige Fehler unterscheiden, das aber ist keineswegs der Fall; viel größer als jene sind die systematischen Differenzen und es liegt keinerlei Gewähr vor, daß diese in dem Mittel einer großen Materialfülle sich aufheben. Die $\varDelta \delta_\delta$ erweisen sich durchweg als Funktionen der *ZD*, also offenbar gleicher

Ursachen, als welche hier hauptsächlich Refraktion, Biegung und persönliche Auffassungsfehler in Betracht kommen. Bei der Bissektion vertikaler Strecken verlegen wir den Halbierungspunkt gewöhnlich zu tief; der persönliche Fehler wirkt somit stets in dem gleichen Sinne. Hinreichende Fürsorge seiner Elimination ist nicht immer getroffen. Über Reste von Biegung läßt sich schwer etwas aussagen; möglich ist, daß sie sich in dem Gesamtmittel aufheben. Um so mehr aber sind systematische Refraktionsfehler zu befürchten. Die Refraktionskonstante hat mit der Zeit eine beträchtliche Verkleinerung erfahren. Ist dieser Änderung bei der Herstellung des $FC$ nicht Rechnung getragen, so geht sie als solche und mit einem durch sie bedingten Polhöhenfehler in die Deklinationen und in ihre $EB$ ein, und zwar in verschiedenem Maße bei den Zirkumpolarsternen und bei den Südsternen, und bei diesen wiederum, je nachdem, ob die Beobachtungen nur auf der einen Erdhälfte ausgeführt sind oder ob ihre Resultate Kombinationen der Beobachtungen beider Erdhälften sind. Ein einheitliches Gesetz über den Gang der $\Delta\delta_\delta$ wird sich also nicht feststellen lassen; eine zweifache Diskontinuität wird zu erwarten sein.

Wie weit Auwers hieraufhin die Kataloge einer Korrektur unterzogen hat, habe ich nicht erkennen können; es scheint nicht der Fall zu sein. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, daß die Mitteilungen bei Auwers sowohl wie auch bei Boss und Newcomb zum Teil leider recht knapp gehalten sind, so daß sich weitere Untersuchungen, hieran anknüpfend, nur schwer anstellen lassen. So sagt Auwers, daß er 50 Kataloge für die Ableitung der $\Delta\delta_\delta$ benutzt hat, aber nicht, welche Kataloge. Ich erkenne nicht klar, ob nicht auch relative Bestimmungen, z. B. die Lick-Kataloge, herangezogen sind. Unverständlich ist mir die Bemerkung von Newcomb (a. a. O. pag. 226), daß er absichtlich keine Details gegeben hätte; künftige Astronomen täten besser, eine Rekonstruktion der Arbeit vorzunehmen, als eine Kritik oder Korrektur des vorliegenden Werks.

Betrachten wir uns zunächst bei Auwers die sechs epochenweise gemittelten Reihen der Reduktionen der nördlichen Kataloge auf $AGC$ (Astr. N. 164, pag. 231/32), so zeigen diese ein sehr verschiedenes Verhalten. Die beiden ersten fallen vom Nordpol bis zu $-30^0$ stetig ab, die dritte Reihe ebenso, aber nur bis zu $+45^0$, dem mittleren Zenit der beteiligten Sternwarten und sehr viel weniger, alsdann werden die Differenzen nahezu konstant, bis bei den südlichsten Sternen wiederum ein geringer Abfall eintritt. Bei den drei letzten Reihen sind die Differenzen, abgesehen von geringen, aber offenbar gesetzmäßigen Schwankungen konstant; nur zeigt sich bei den südlichen Sternen

wiederum der Abfall wie bei der dritten Reihe. Daß in dieser Region der *AGC* zu südlich sei, hat Auwers selbst schon erkannt (Astr. Nachr. 121, pag. 147). Bedenken wir nun, daß in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts fast ausnahmslos die Tabulae Regiomontanae benutzt sind, mit einer Refraktionskonstanten $\alpha = 60.''440$, die sich um rund $0.''3$ zu groß erwiesen hat, so erklärt sich der Gang in den ersten Reihen vollauf. Es hätten also zunächst die Beobachtungen einer Korrektur bedurft, bevor eine solche an dem *AGC* vorgenommen wurde.

Vergleichen wir weiter die Korrektionen der beiden Erdhälften miteinander, so zeigen sich die folgenden Differenzen im Sinne: Nord—Süd:

$\Delta\delta_\delta$ (N—S).

| Deklination | 1826/32 | 1862/63 | 1876 | 1886/88 | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|
| + 40° | + 0.''27 | — 0.''40 | — 0.''01 | + 0.''52 | + 0.''10 |
| 35 | + 1 | — 41 | + 17 | + 31 | + 2 |
| 30 | — 20 | — 26 | + 30 | + 35 | + 5 |
| 25 | — 28 | — 6 | + 30 | + 41 | + 9 |
| 20 | — 3 | + 10 | + 51 | + 46 | + 26 |
| 15 | + 10 | + 16 | + 51 | + 51 | + 32 |
| 10 | + 9 | + 12 | + 39 | + 59 | + 30 |
| 5 | — 9 | + 3 | + 24 | + 51 | + 20 |
| 0 | — 11 | + 2 | + 24 | + 43 | + 15 |
| — 5 | — 7 | + 11 | + 28 | + 40 | + 18 |
| 10 | — 10 | + 26 | + 40 | + 36 | + 23 |
| 15 | — 21 | + 38 | + 51 | + 35 | + 26 |
| 20 | — 18 | + 43 | + 59 | + 43 | + 32 |
| 25 | + 11 | + 50 | + 68 | + 13 | + 36 |
| 30 | + 2 | + 61 | + 77 | + 66 | + 52 |
| Mittel | — 0.05 | + 0.13 | + 0.39 | + 0.43 | |

Auwers hat diese Differenzen für die auf *ZD* von 60° ab fallenden Werte, d. h. für die Deklinationen + 40° bis + 25° und — 10° bis — 30° nach dem Verhältnis der in Betracht kommenden Refraktionen ausgeglichen und für die übrigen einfach Mittelwerte gebildet. Aber diese Deutung dürfte nicht zutreffen. Die $\Delta\delta$ sind hier offenbar aufzufassen als Katalogreduktionen auf *AGC* und demnach sind die Differenzen anzusetzen in dem Sinne

$$\Delta\delta\ (N-S) = \delta_S - \delta_N.$$

Bei successiver Verkleinerung der Refraktionskonstanten müssen aber die $\delta_S - \delta_N$ kleiner werden und nicht größer, wie es tatsächlich der Fall ist. Auffallen muß auch die Zunahme der Differenzen, denn bei der modernen

Vervollkommnung aller Hilfsmittel wäre auch eine zunehmende Übereinstimmung der Beobachtungen beider Erdhälften zu erwarten gewesen. Bildet man noch die Mittel der vier Epochen nach der Deklination, so zeigt sich in ihnen ebenfalls ein Verhalten, das mit etwaigen Refraktionsfehlern nicht erklärlich ist.

Von besonderer Bedeutung sind diese Differenzen für die Gestaltung der *EB*. Ohne südliche Beobachtungen würden sie, wie man sofort erkennt, positiv größer ausgefallen sein, natürlich nur von $+40^0$ ab, und zwar um so mehr, je weiter man nach Süden fortschreitet. Allerdings wird dieser Einfluß der südlichen Beobachtungen zum Teil wieder gehoben, da in der letzten Reihe (1895) nur nördliche Beobachtungen benutzt sind, die aber wiederum ein abweichendes Verhalten gegen die der vorangehenden Epoche aufweisen.

Ohne näheres Eingehen auf die benutzten Kataloge werden sich alle diese Erscheinungen kaum aufklären lassen; noch viel weniger lassen sich numerische Werte für die Unsicherheiten der Resultate ableiten. Ich komme hierauf noch zurück.

Boss vergleicht, wie gesagt, zunächst nahezu gleichzeitige Kataloge beider Erdhälften mit einander, um sie von Refraktionsfehlern zu befreien. Er nimmt hierbei den Polpunkt des Kreises als durch polnahe Circumpolarsterne hinreichend genau bestimmt an. Ein wunder Punkt der absoluten Beobachtungen liegt aber gerade in diesem Element, d. h. in der Veränderlichkeit des Nadirs in kurzen Intervallen. Außerdem scheint eine gleichgewichtige Fehlerquelle, wie die der Refraktion, noch in der Biegung zu liegen und bei den von Boss besonders benutzten sechs Greenwich Katalogen in den „$D-R$ Discordances", deren Ursache bis heute noch nicht definitiv aufgeklärt ist. Auffallen muß allerdings, daß sich bei der Rechnung von Boss durchweg eine Verbesserung der Refraktionskonstanten ergibt, von rund $-0''.2$ im Mittel, wie sie auch die neueren Untersuchungen erfordern. Von den benutzten 26 Katalogen werden aber nur 17 einer solchen Behandlung unterworfen.

Bei der Art der Wiedergabe der Ergebnisse seiner Rechnungen lassen sich bei Boss nur schwer noch etwa vorhandene Anomalien erkennen. Aber ähnliche systematische Differenzen, wie sie sich bei Auwers zeigten, besonders zwischen den nördlichen und südlichen Katalogen, scheinen hier nicht vorhanden zu sein, wohl infolge der vorangegangenen Kombination beider Arten. Durch diese ist auch offenbar erreicht, daß die schließliche Ausgleichung nach der Zeit nur verschwindende Verbesserungen der *EB* ergibt.

Bei dieser verschiedenartigen Behandlung nahezu des gleichen Materials ist eine Vergleichung der *FC* von Auwers und Boss von besonderem Interesse. Sie ist von Benj. Boss für 1910 vorgenommen (Astr. Journ. XXVI); ich setze sie wieder hier an zugleich mit den auf das Mittel der Epochen der benutzten Kataloge reduzierten Differenzen $(B-A)_{1855} = (\Delta\delta_\delta)$.

**Systematische Differenzen: Boss-Auwers.**

| $\delta$ | $\Delta\delta_\delta$ | $(\Delta\delta_\delta)$ | $100\Delta\mu_\delta$ | $\delta$ | $\Delta\delta_\delta$ | $(\Delta\delta_\delta)$ | $100\Delta\mu_\delta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 87° | — 0."11 | + 0."07 | — 0."32 | — 5° | — 0."09 | — 0."08 | — 0."03 |
| 80 | — 9 | + 11 | 36 | 10 | — 15 | — 6 | 17 |
| 75 | — 2 | + 5 | 13 | 15 | — 15 | + 1 | 29 |
| 70 | — 1 | + 5 | 10 | 20 | — 6 | + 5 | 20 |
| 65 | — 6 | + 2 | 13 | 25 | — 4 | + 9 | 24 |
| 60 | — 5 | + 6 | 20 | 30 | — 8 | + 3 | 20 |
| 55 | — 7 | + 3 | 17 | 35 | — 15 | — 5 | 18 |
| 50 | — 8 | — 1 | 12 | 40 | — 17 | — 1 | 29 |
| 45 | — 6 | — 4 | 1 | 45 | — 1 | — 26 | + 46 |
| 40 | — 23 | — 5 | 32 | 50 | — 0 | — 31 | 59 |
| 35 | — 29 | — 4 | 46 | 55 | — 19 | — 32 | 23 |
| 30 | — 21 | — 0 | 20 | 60 | + 1 | — 31 | 59 |
| 25 | — 27 | — 4 | 42 | 65 | + 18 | — 38 | 101 |
| 20 | — 24 | — 3 | 38 | 70 | + 25 | — 30 | 100 |
| 15 | — 17 | — 6 | 19 | 75 | — 3 | — 1 | — 2 |
| 10 | — 16 | — 9 | 12 | 80 | + 4 | + 3 | + 3 |
| 5 | — 15 | — 11 | 8 | 87 | — 16 | + 12 | — 51 |
| 0 | — 9 | — 9 | 1 | | | | |

Sieht man von den südlichen Deklinationen von — 35° an ab, so lassen die reduzierten $(\Delta\delta_\delta)$ das Verhältnis der beiden *FC* zu einander wesentlich besser erkennen, als die $\Delta\delta_\delta$ (1910). Die ersteren sind nur klein, aber offenbar systematischer Natur; im Mittel sind sie gleich Null. Ich möchte aus ihnen keine Sinuskurve herauslesen, sondern sie als konstant betrachten, und zwar bis zu etwa + 55 bis 60°, der Grenze der nördlichen Circumpolarsterne, = + 0."05, und bis zu den südlichen Sternen, die auf den nördlichen Sternwarten noch sicher beobachtbar sind, = — 0."05. Diese geringen Differenzen der beiden Kataloge rühren offenbar daher, daß zu ihnen nicht genau das gleiche Material benutzt ist und daß die Gewichte nicht ganz gleich angesetzt sind.

Ungünstiger liegt die Sache bei den *EB*, die viel weniger gut übereinstimmen und bei deren Differenzen auch ein systematischer Charakter

weniger hervortritt; sie sind freilich außer bei den südlichen Zonen sämtlich negativ, aber sie weisen doch größere Sprünge auf, so besonders zwischen $+45^0$ und $+40^0$, also an jener Stelle, wo die Kombination der Beobachtungen beider Erdhälften einsetzt. Wir haben gesehen, daß bei Auwers und bei Boss diese Kombination in verschiedener Weise durchgeführt ist. Es erscheint mir jedoch unwahrscheinlich, daß sich diese Differenzen allein auf Refraktionsanomalien zurückführen lassen; dagegen spricht auch ihre Größe bei den polnahen Sternen, bei denen, wenn sie in $OC$ und $UC$ beobachtet sind, ein Refraktionsfehler wenig ausmachen würde. Eine Aufklärung wird sich ohne Zurückgehen auf die benutzten Kataloge kaum geben lassen; das aber führt hier zu weit. Es genügt mir hier die Feststellung, daß doch noch erhebliche Differenzen zwischen den beiden $FC$ bestehen, die mit der Zeit noch immer mehr anwachsen werden.

Werfen wir jetzt noch einen Blick auf Newcombs Methode, so bezeichnet er selbst das Zeitglied der Systemkorrektion zunächst der Äquatorzone ($+0''.38\,T$) als sehr unsicher; es lasse sich hierfür nicht einmal der wahrscheinliche Fehler angeben. Da dieses Glied mit vollem Betrage in die $EB$ eingeht, so haftet somit auch diesen von vorneherein eine gleiche Unsicherheit an. Es muß auch als zweifelhaft bezeichnet werden, ob sich Beobachtungen von Planeten, d. h. von mehr oder weniger beleuchteten Scheiben zu dem vorliegenden Zwecke eignen.

Die weitere Annahme Newcombs, daß die absolute Korrektion J für die Äquatorsterne eines Katalogs proportional mit der Deklination verlaufe, muß als unrichtig bezeichnet werden. Daß sie für die polnahen Sterne im allgemeinen gleich Null ist, rührt daher, daß bei diesen, wenn sie in $OC$ und $UC$ beobachtet sind, der Fehler der Polhöhe verschwindet und der der Refraktion nur mit einem sehr geringen Betrage eingeht, ebenso ein etwaiger Biegungsfehler. Entfernt man sich vom Pol, so wird der Einfluß der beiden letzteren größer, aber nicht allein nach Maßgabe der Funktion, mit der sie angesetzt sind, sondern vielmehr noch nach dem Verhältnis der für $OC$ und $UC$ angesetzten Gewichte. Bei dem Übergange zu den nur in $OC$ beobachteten Südsternen zeigt sich sehr häufig eine Diskontinuität in der Fehlerkurve. Der Fehler dieser Annahme geht ebenfalls in die $EB$ ein, denn es ist:

$$E_\delta = (\delta'_C - \delta'_B) + E\frac{90-\delta}{17} - (\delta_C - \delta_B)\,\frac{90-\delta}{17}$$

wo $E_\delta$ = Zonenkorrektion des Boss-Systems ist

$\delta'_C$ = Katalogposition, $\delta'_B$ = Bossposition } für die Deklinationen $\delta$

$\left.\begin{array}{l}\delta_C = \text{Katalogposition} \\ \delta_B = \text{Bossposition}\end{array}\right\}$ für $\delta = +5^0$.

Die $E_\delta$ werden nach der Zeit ausgeglichen und bestimmen den Fehler der angenommenen $EB$.

Eine Vergleichung von Newcomb mit Auwers oder Boss lag nicht vor; es sind nur in dem neuen *FC* Auwers-Peters im Anhange die Differenzen der einzelnen Sterne gegen Newcomb gegeben. Ich habe diese nach der Deklination für 1900.0 ordnen lassen mit dem folgenden Resultat. (Der Einfachheit halber habe ich zugleich die $\Delta\alpha_\delta$ ausziehen lassen; ich teile sie hier mit, obwohl sie uns jetzt nicht interessieren.)

**_FC_ Auwers-Peters (_NFK_) — _FC_ Newcomb**
**für 1900.**

| | | $n$ | $\Delta\alpha_\delta$ | $100\,\Delta\mu_\alpha$ | $\Delta\delta_\delta$ | $(\Delta\delta_\delta)$ | $100\,\Delta\mu_\delta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\delta >$ | $+80^0$ | 10 | $+0^s.048$ | $+0^s.028$ | $-0''.04$ | $-0''.22$ | $+0''.40$ |
| $+80$ bis | $+75$ | 24 | $-54$ | $-30$ | $+3$ | $-16$ | $+42$ |
| 75 | 70 | 25 | $-41$ | $-31$ | $+2$ | $-17$ | $+43$ |
| 70 | 65 | 29 | $-47$ | $-45$ | $+6$ | $-10$ | $+36$ |
| 65 | 60 | 27 | $-21$ | $-24$ | $-4$ | $-18$ | $+30$ |
| 60 | 55 | 35 | $-37$ | $-57$ | $-21$ | $-19$ | $-5$ |
| 55 | 50 | 20 | $-31$ | $-82$ | $-20$ | $-15$ | $-12$ |
| 50 | 45 | 29 | $-26$ | $-54$ | $-12$ | $-15$ | $+7$ |
| 45 | 40 | 34 | $-18$ | $-32$ | $-15$ | $-8$ | $-16$ |
| 40 | 35 | 33 | $-09$ | $-08$ | $-6$ | $-12$ | $+13$ |
| 35 | 30 | 27 | $-10$ | $+1$ | $-3$ | $-16$ | $+28$ |
| 30 | 25 | 33 | $-11$ | $-9$ | $-6$ | $-7$ | $+3$ |
| 25 | 20 | 30 | $-6$ | $-1$ | $+2$ | $-10$ | $+27$ |
| 20 | 15 | 28 | $-4$ | $+11$ | $-8$ | $-7$ | $-2$ |
| 15 | 10 | 26 | $-2$ | $+14$ | $-10$ | $-7$ | $-7$ |
| 10 | 5 | 33 | $-5$ | $+6$ | $-14$ | $-14$ | $+1$ |
| 5 | 0 | 24 | $-2$ | $+9$ | $-25$ | $-13$ | $-26$ |
| 0 | $-5$ | 30 | $-2$ | $+9$ | $-30$ | $-16$ | $-31$ |
| $-5$ | 10 | 25 | $-4$ | $+1$ | $-15$ | $-9$ | $-12$ |
| 10 | 15 | 23 | $-3$ | $+10$ | $-19$ | $-16$ | $-6$ |
| 15 | 20 | 28 | $+8$ | $+12$ | $-22$ | $-23$ | $+2$ |
| 20 | 25 | 24 | $+7$ | $+15$ | $-34$ | $-20$ | $-31$ |
| 25 | 30 | 23 | $+3$ | $+40$ | 0 | $-28$ | $+63$ |
| 30 | 35 | 16 | $+18$ | $+62$ | $+9$ | $-17$ | $+57$ |
| 35 | 40 | 18 | $-20$ | $-45$ | $-2$ | $-12$ | $+22$ |
| 40 | 45 | 22 | $-29$ | $-61$ | $+8$ | $+2$ | $+12$ |

| | | $n$ | $\Delta\alpha_\delta$ | $100\Delta\mu_\alpha$ | $\Delta\delta_\delta$ | $(\Delta\delta_\delta)$ | $100\Delta\mu_\delta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 45 | — 50° | 17 | + 0ˢ.005 | + 0ˢ.020 | + 0″.15 | — 0″.04 | + 0″.42 |
| 50 | 55 | 13 | — 2 | + 81 | + 20 | — 13 | + 66 |
| 55 | 60 | 16 | + 22 | + 21 | + 13 | + 18 | — 11 |
| 60 | 65 | 16 | + 52 | + 134 | + 15 | — 15 | + 66 |
| 65 | 70 | 12 | — 8 | + 87 | — 17 | + 14 | — 69 |
| 70 | 75 | 5 | + 75 | + 311 | — 17 | + 10 | — 60 |
| 75 | 80 | 10 | + 23 | + 201 | — 17 | — 49 | + 70 |
| > — 80 | | 12 | + 186 | + 127 | + 3 | — 6 | + 15 |

In den $(\Delta\delta_\delta)$ 1855 tritt auch hier wiederum der systematische Unterschied in den Deklinationen der beiden Kataloge sehr viel deutlicher hervor als in den $\Delta\delta_\delta$ 1900. Er ist bis zu $\delta = -30^0$ nahezu konstant, = 0″.15, also viel größer als bei Auwers-Boss; für Boss-Newcomb steigt er sogar auf — 0″.20. Zu einem Teil erklärt er sich durch die Systemkorrektion Newcombs. Bemerkenswert ist, daß die Differenz für die zehn dem Nordpol nahen Sterne nicht, wie Newcomb annimmt, verschwindet, sondern sogar für die nördliche Halbkugel ihr Maximum erreicht.

War schon die Übereinstimmung der *EB* zwischen Auwers und Boss nicht besonders, so ist sie hier noch schlechter; von einem systematischen Charakter kann man überhaupt nicht mehr sprechen. Allerdings muß man bei solchen Vergleichungen vorsichtig sein, denn ihre Resultate können durch einzelne stark herausspringende Werte sehr beeinflußt werden, und deren sind mehrere vorhanden. So habe ich z. B. den Stern *B* Centauri ($\alpha = 11^h 46^m 9^s$) gestrichen, denn bei ihm ist $A - N = -9''.14$. Für $\mu_\delta$ gibt

| | |
|---|---|
| Auwers | — 4″.61 |
| Boss | 0.00 |
| Newcomb | + 4.53. |

Vielleicht liegt bei dem ersten oder letzten ein Vorzeichenfehler vor. Als stark von einander abweichend führe ich die *EB* an:

| Nr. (nach | Auwers-Peters) | Auwers | Boss | Newcomb |
|---|---|---|---|---|
| 20 | δ Andr. | — 8″.37 | — 8″.6 | — 9″.69 |
| 43 | τ Pisc. | — 4.14 | — 3.8 | — 2.86 |
| 61 | ε Sculpt. | — 7.48 | — 5.7 | — 5.13 |
| 112 | ι Persei | — 7.92 | — 8.0 | — 9.87 |
| 127 | ε Erid. | + 1.08 | + 1.3 | + 2.52 |
| 132 | ο Pers. | — 1.69 | — 2.4 | — 2.94 |
| 138 | 5 H Cam. | — 3.99 | — 3.6 | — 5.65 |
| 140 | $\tau^6$ Erid. | — 51.96 | — 52.3 | — 48.17 |
| 165 | 1 Cam. sq. | + 0.02 | — 0.5 | + 1.73 |

| Nr. (nach Auwers-Peters) | | Auwers | Boss | Newcomb |
|---|---|---|---|---|
| 217 | $\gamma$ Leporis | — 37.″64 | — 37.″6 | — 35.″28 |
| 240 | $\zeta$ Can. maj. | + 0.38 | + 0.1 | — 2.35 |
| 249 | $\xi^2$ Can. maj. | + 1.33 | + 1.3 | + 3.48 |
| 298 | Puppis 205 G. | — 34.27 | — 33.9 | — 31.94 |
| 310 | Br. 1147 | + 1.70 | + 1.2 | — 0.75 |
| 410 | $\nu$ Hydrae | + 19.46 | + 19.3 | + 21.07 |
| 536 | Gr. 2125 | + 1.86 | + 1.9 | — 0.30 |
| 774 | $\alpha$ Delph. | — 0.62 | — 0.8 | + 1.67 |
| 782 | 6 H Ceph. | — 23.42 | — 23.2 | — 21.72 |

Es ist klar, daß so große Differenzen einen großen Einfluß auf die Zonen-Mittelwerte ausüben. Aus den drei Reihen geht noch hervor, daß etwaige Unsicherheiten der *EB* offenbar auf Rechnung von Newcomb zu setzen sind. Nach allem folgt also, daß der *FC* Newcomb nicht das gleiche Vertrauen verdient, wie die beiden anderen *FC*, wie ja auch schon in Bezug auf die *AR* von anderer Seite festgestellt ist (vgl. Fr. Cohn, Astr. Beob. Königsberg, Abt. 42, pag. 45).

Fassen wir jetzt das Gesamtresultat zusammen, so geht es dahin, daß wenn auch 1855 nahe Übereinstimmung der beiden *FC* von Auwers und Boss bestanden hat, wir jetzt schon zufolge der den *EB* noch anhaftenden Unsicherheiten im Mittel mit Differenzen von mehreren Zehntel-Sekunden rechnen müssen. Wie weit sich hierzu noch ein absoluter Orientierungsfehler addiert, läßt sich schwer feststellen. Daß ein solcher von merklichem Betrage vorhanden sein muß, erfährt man, wenn man Kataloge der jüngsten Zeit mit einander vergleicht.

## X. Vergleichung mit einzelnen Katalogen.

In Betracht kommen zunächst die früher bei der Diskussion der Refraktion bereits mehrfach erwähnten Kataloge, München 1892 (Bauschinger) und Heidelberg 1900 (Courvoisier), da sie nach gleichen Gesichtspunkten und mit nahezu gleichen Instrumenten angestellt sind und nördlich vom Zenit durchweg die gleichen Sterne enthalten. Ich gebe deshalb die Vergleichung in extenso, wobei für Bauschinger das definitive System $M'$ angesetzt ist.

## Südsterne. 1900.

| | Gr. | | | Gr.-*B* | Gr.-*C* |
|---|---|---|---|---|---|
| γ Sagittarii | — 30° | 25′ | 29.″81 | + 0.″26 | + 0.″64 |
| α Pisc. austr. | 30 | 9 | 7.18 | — 23 | — 17 |
| 12 Eridani | 29 | 22 | 51.44 | + 64 | + 30 |
| ε Can. maj. | 28 | 50 | 7.97 | + 81 | + 44 |
| δ Can. maj. | 26 | 14 | 2.96 | + 41 | + 65 |
| ϑ Ophiuchi | 24 | 53 | 57.64 | — 10 | + 83 |
| δ Corvi | 15 | 57 | 30.03 | + 57 | + 1.37 |
| η Ophiuchi | 15 | 36 | 3.23 | — 17 | + 79 |
| η Ceti | 10 | 42 | 44.58 | — 38 | + 86 |
| ε Eridani | 9 | 47 | 47.45 | — 08 | + 33 |
| ϰ Orionis | 9 | 42 | 17.14 | + 59 | + 1.28 |
| β Librae | 9 | 0 | 49.51 | + 13 | + 1.10 |
| β Eridani | 5 | 12 | 55.36 | + 02 | + 92 |
| ϑ Virginis | 5 | 0 | 17.47 | + 41 | + 1.13 |
| η Virginis | 0 | 6 | 38.79 | + 48 | + 1.16 |
| γ Piscium | + 2 | 44 | 10.06 | + 24 | + 1.19 |
| ϑ Hydrae | 2 | 44 | 11.54 | + 16 | + 95 |
| γ Ophiuchi | 2 | 44 | 42.38 | + 43 | + 1.18 |
| α Equulei | 4 | 50 | 4.23 | + 33 | + 1.19 |
| γ Orionis | 6 | 15 | 34.11 | + 73 | + 1.05 |
| ω Piscium | 6 | 18 | 35.72 | + 15 | + 1.54 |
| δ Piscium | 7 | 2 | 27.97 | + 05 | + 1.31 |
| o Virginis | 9 | 17 | 19.25 | + 37 | + 74 |
| o Leonis | 10 | 20 | 51.28 | + 34 | + 88 |
| ι Leonis | 11 | 4 | 49.51 | + 77 | + 1.19 |
| α Leonis | 12 | 27 | 22.85 | + 76 | + 1.41 |
| ζ Aquilae | 13 | 42 | 54.06 | + 52 | + 1.49 |
| γ Gemin. | 16 | 29 | 6.23 | + 95 | + 1.47 |
| α Cor. bor. | 27 | 3 | 5.35 | + 1.05 | + 1.24 |

## Circumpolarsterne.

| | Gr. | | | Gr.-*B* | Gr.-*C* |
|---|---|---|---|---|---|
| δ Cygni | — 44° | 53′ | 12.″34 | + 0.″33 | + 1.″04 |
| α Cygni | 44 | 55 | 22.27 | + 03 | + 1.04 |
| β Aurig. | 44 | 56 | 14.73 | — 03 | + 1.43 |
| ψ Urs. maj. | 45 | 2 | 28.27 | — 40 | + 37 |
| φ Herculis | 45 | 11 | 49.29 | — 28 | + 48 |
| α Aurig. | 45 | 53 | 47.12 | — 40 | — 06 |
| ι Herculis | 46 | 3 | 34.31 | + 05 | + 39 |
| λ Bootis | 46 | 32 | 51.24 | — 20 | + 09 |
| τ Herculis | 46 | 33 | 5.63 | + 12 | + 28 |
| δ Persei | 47 | 28 | 4.56 | — 37 | + 32 |
| ϰ Urs. maj. | 47 | 33 | 7.64 | — 35 | — 21 |
| o Cassiop. | 47 | 44 | 13.64 | — 13 | + 13 |
| υ Persei | 48 | 7 | 18.04 | + 03 | + 04 |
| χ Urs. maj. | 48 | 20 | 1.91 | — 12 | — 48 |
| ι Urs. maj. | 48 | 26 | 3.88 | — 40 | — 03 |
| ϑ Persei | 48 | 48 | 19.99 | — 61 | — 24 |
| $\pi^2$ Cygni | 48 | 50 | 48.34 | — 27 | + 28 |

| | Gr. | | | Gr.-*B* | Gr.-*C* |
|---|---|---|---|---|---|
| ι Persei | — 49° | 13′ | 52″.68 | — 0″.45 | — 0″.43 |
| ψ′ Aurig. | 49 | 20 | 20.30 | — 42 | — 31 |
| α Persei | 49 | 30 | 19.14 | — 60 | — 13 |
| 7 Lacertae | 49 | 46 | 5.93 | — 11 | + 26 |
| η Urs. maj. | 49 | 48 | 44.39 | + 03 | — 07 |
| ϑ Cygni | 49 | 59 | 22.17 | + 15 | + 65 |
| φ Persei | 50 | 11 | 6.00 | — 32 | — 13 |
| ι Cygni | 51 | 31 | 0.05 | + 19 | + 47 |
| 3 Lacertae | 51 | 43 | 40.65 | — 26 | + 42 |
| 27 Lyncis | 51 | 47 | 41.83 | — 42 | — 34 |
| ϑ Urs. maj. | 52 | 8 | 59.63 | — 54 | — 21 |
| ϑ Bootis | 52 | 18 | 46.53 | — 15 | + 20 |
| τ Persei | 52 | 21 | 11.64 | — 53 | — 26 |
| β Drac. | 52 | 22 | 31.14 | — 13 | — 03 |
| γ Persei | 53 | 6 | 53.45 | — 35 | — 07 |
| γ Urs. maj. | 54 | 15 | 2.85 | — 23 | — 04 |
| η Persei | 55 | 28 | 49.69 | — 65 | — 34 |
| α Cassiop. | 55 | 59 | 20.33 | + 03 | + 51 |
| ε Urs. maj. | 56 | 30 | 9.54 | — 17 | — 13 |
| β Urs. maj. | 56 | 55 | 6.54 | — 41 | — 25 |
| δ Urs. maj. | 57 | 35 | 18.09 | + 26 | + 25 |
| ζ Cephei | 57 | 42 | 29.26 | — 45 | — 24 |
| 15 Lyncis | 58 | 33 | 14.15 | — 01 | — 23 |
| β Cassiop. | 58 | 35 | 53.74 | + 06 | + 12 |
| ϑ Drac. | 58 | 49 | 56.91 | + 90 | + 55 |
| 2 Lyncis | 59 | 2 | 50.01 | — 10 | — 05 |
| ι Drac. | 59 | 18 | 58.90 | + 35 | + 07 |
| ο Urs. maj. | 61 | 3 | 9.03 | — 37 | — 65 |
| η Cephei | 61 | 27 | 0.72 | — 27 | — 07 |
| η Drac. | 61 | 44 | 26.27 | + 17 | + 32 |
| α Cephei | 62 | 9 | 42.70 | + 16 | + 84 |
| ϑ Cephei | 62 | 39 | 28.77 | + 20 | + 62 |
| α Drac. | 64 | 51 | 13.91 | — 01 | + 10 |
| ι Cephei | 65 | 40 | 27.23 | — 81 | — 48 |
| 9 Cam. | 66 | 10 | 22.37 | — 65 | — 37 |
| δ Drac. | 67 | 29 | 8.70 | + 68 | + 39 |
| λ Drac. | 69 | 52 | 58.73 | — 32 | — 54 |
| 5 H Cam. | 70 | 1 | 27.27 | — 53 | + 06 |
| 50 Cassiop. | 71 | 56 | 14.67 | — 83 | — 55 |
| χ Drac. | 72 | 41 | 22.75 | + 17 | + 41 |
| β Urs. min. | 74 | 33 | 51.85 | + 39 | — 07 |
| γ Cephei | 77 | 4 | 27.48 | — 25 | + 32 |
| 24 H Cam. | 77 | 6 | 17.28 | — 43 | — 51 |
| ζ Urs. min. | 78 | 6 | 8.22 | + 15 | + 22 |
| 1 H Drac. | 81 | 46 | 6.77 | — 10 | — |
| ε Urs. min. | 82 | 12 | 7.95 | + 26 | — |
| δ Urs. min. | 86 | 36 | 48.08 | + 39 | + 26 |
| α Urs. min. | 88 | 46 | 26.33 | — 17 | — 11 |

In Gruppen vereinigt, ergibt sich:

| $\delta$ | | $n$ | Gr.-Bauschinger | Gr.-Courvoisier |
|---|---|---|---|---|
| bis | — 30° | 8 | + 0''.27 | + 0''.61 |
| — 11° bis | 0 | 7 | + 17 | + 0.97 |
| 0 | + 16 | 14 | + 49 | + 1.20 |
| + 45 | 50 | 24 | — 20 | + 0.20 |
| 51 | 60 | 19 | — 19 | — 0.01 |
| 61 | 70 | 10 | — 12 | — 0.02 |
| 71 | 80 | 7 | — 19 | — 0.02 |
| 81 | 89 | 4, 2* | + 10 | + 0.08 |

* 4 Sterne bei Bauschinger, 2 bei Courvoisier.

Wie aus der Diskussion der Refraktion hervorgeht, ist das Material der drei Reihen nicht völlig gleichartig; vor allem ist der Dampfdruck in verschiedener Weise in Rechnung gestellt. Außerdem sind bei der Münchener Reihe keine Teilungsfehler angebracht. Wie weit hierdurch die obigen Differenzen beeinflußt werden, kann nur durch eingehende Nachrechnung festgestellt werden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hierdurch die jetzt schon geringen Differenzen Gr.-Bauschinger weiterhin reduziert werden. Sie zeigen offenbar systematischen Charakter; sie sind für die Südsterne positiv, für die Nordsterne negativ. Leider läßt sich nicht entscheiden, ob das Anschwellen der Differenz vom Süden gegen das Zenit weiterhin anhält, da das Vergleichsmaterial fehlt. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß das System $M'$ gegen die $FC$ nahezu das gleiche Verhalten zeigt, wie das vorliegende und namentlich bei den Südsternen in dem gleichen Sinne stark von ihnen abweicht. Auwers gibt in seinen Reduktionstafeln nur das vorläufige System $M$ Bauschingers. Freilich sind für dieses die Reduktionen kleiner, aber für die weitere Praxis kommt es doch wohl kaum in Betracht.

Im Anschluß hieran will ich kurz auf den Katalog München 1900 (Oertel) eingehen, der auch eine Reihe von absoluten Deklinationsbestimmungen von $FC$ Sternen bringt, diesen aber die Bauschingersche Refraktionskonstante zu Grunde legt, jedoch mit dem Unterschiede, daß hier überall die äußere Temperatur angesetzt ist, während nach Bauschinger für die das Saaldach passierenden Lichtstrahlen (bis zur $ZD$ 60°) die innere Temperatur zu wählen ist. Es entsteht dadurch ein systematischer Unterschied im Betrage von rund $(t_i - t_a)$ m. R. mit dem entsprechenden Vorzeichen für Südsterne und Nordsterne in $OC$ und $UC$. Ob Oertel die optische Dichtigkeit der Luft oder, wie Bauschinger, die physische wählt, habe ich nicht ersehen

können. Teilungsfehler sind ebenfalls nicht angebracht. Eine Vergleichung mit dem *NFK* hat Oertel bereits ausgeführt; ich setze seine Resultate im Auszuge hierher:

| $\delta$ | Oertel - *NFK* | Gr. - Oertel |
|---|---|---|
| — 20° | + 0″23 | — |
| 10 | + 9 | — |
| 0 | — 2 | — |
| + 10 | + 6 | — |
| 20 | + 25 | — |
| 30 | + 41 | — |
| 40 | + 35 | — |
| 45 | + 53 | — 0″17 |
| 50 | + 32 | — 32 |
| 55 | + 23 | — 12 |
| 60 | + 16 | — 32 |
| 70 | + 42 | — 54 |
| 80 | + 20 | — |
| 85 | + 7 | + 1 |

Auch diese Reihe weist für die südlichen Zenitsterne eine starke positive Differenz gegen *NFK* auf, die bei Annäherung an den Äquator verschwindet, bei Anwendung der inneren (um im Mittel + 1°3 höheren) Temperatur jedoch auf rund + 0″3 steigen würde. Nördlich vom Zenit fällt die Kurve stark ab, um bei $\delta = +70^0$ vorübergehend wieder anzusteigen, ähnlich wie bei Bauschinger ($M'$). Durch die erwähnte Änderung der Refraktion werden sich die Differenzen etwas verringern.

Bei Gr.-Oertel ist südlich vom Zenit wegen mangelnden Materials ein Vergleich nicht möglich, nördlich vom Zenit besteht nahezu Übereinstimmung mit Gr.-Bauschinger, außer bei $\delta = +70^0$.

Ein wesentlich anderes Bild bietet die Kurve Gr.-Courvoisier dar. Bei den Circumpolarsternen besteht volle Übereinstimmung; Fehler der Polhöhen fallen hier ja auch fort, solche der Refraktion sind belanglos. Bei den Südsternen hingegen deckt sich Courvoisier mit *NFK*, und zwar, wie Courvoisier selbst bereits festgestellt hat, so vorzüglich, daß die Differenz im Mittel nur 0″03 beträgt, also sogar wesentlich kleiner ist, als die zwischen *FC* Auwers und Boss. Da beiden Katalogen sehr verschiedene Refraktionselemente zu Grunde liegen, muß man aus diesem so günstigen Resultat schließen, daß ihre Einflüsse, vielleicht in Verbindung mit noch anderen etwa vorhandenen Fehlerquellen, sich vollständig eliminiert haben, sei es infolge von Zufall oder aus anderen Gründen. Um es vorweg zu sagen, ist der Katalog von Courvoisier

von allen neueren Katalogen der einzige, der eine so vollkommene Übereinstimmung mit *NFK* besitzt.

Die Pulkowaer Kataloge, zu denen ich jetzt übergehe, sind auf Grund ihrer Anzahl und ihrer stets streng den absoluten Charakter wahrenden Herstellung für die *FC* von besonderer Bedeutung gewesen; sie haben allen anderen gegenüber deshalb auch erhöhtes Gewicht erhalten. Und doch weisen sie zum Teil beträchtliche Differenzen gegen jene auf, wie die folgende Tabelle erkennen läßt:

**Pulkowa — *FC* Boss.**

| δ | 1845 | 1855 | 1865 | 1875 | 1885 | 1892 | 1900 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 85° | 0.″00 | + 0.″26 | 0.″00 | + 0.″05 | 0.″00 | — | + 0.″06 |
| 75 | 0 | + 3 | 0 | + 5 | — 2 | — 0.″15 | + 8 |
| 65 | — 10 | 0 | 0 | + 2 | — 5 | — 2 | + 11 |
| 55 | — 21 | — 25 | — 11 | — 7 | — 4 | + 12 | + 13 |
| 45 | — 26 | — 18 | — 26 | — 9 | — 5 | + 9 | + 17 |
| 35 | — 36 | — 41 | — 24 | — 9 | — 14 | + 4 | + 39 |
| 25 | — 35 | — 12 | — 24 | — 0 | — 22 | + 7 | + 35 |
| 15 | — 33 | — 41 | — 36 | — 9 | — 25 | + 9 | + 25 |
| 5 | — 35 | — 35 | — 33 | — 13 | — 24 | + 10 | + 20 |
| — 5 | — 42 | — 32 | — 40 | — 10 | — 19 | + 11 | + 21 |
| — 15 | — 53 | — 57 | — 54 | — 43 | — 6 | + 22 | + 37 |

1875 ist mit den übrigen nicht direkt vergleichbar, da er mit dem Pulkowaer Meridiankreise beobachtet ist, die anderen hingegen mit dem Ertelschen Vertikalkreise. Es bestehen zwischen ihnen offensichtlich starke systematische Differenzen, die einen Gang nach der Zeit andeuten und vermuten lassen, daß die *EB* von Boss nicht völlig fehlerfrei sind.

Die letzten drei Kataloge hat Backlund einer eingehenden Diskussion unterworfen (Mitt. d. Nikolai-Hauptsternwarte Nr. 61. 1914). Er erhält wohl eine bessere Übereinstimmung durch die Annahme eines konstanten Pointierungsfehlers, was er jedoch nicht für zulässig erachtet. Er führt deshalb ein dem Sinus der doppelten *ZD* proportionales Glied in die Bedingungsgleichungen ein, auch für 1865, und findet, daß sich für 1900 ein solches Glied nicht ergibt, wohl aber für 1865 und 1885 im Betrage von rund — 0.″3. Aber er legt auch diesen Werten keine so große Bedeutung bei. „Es scheint somit konstatiert, daß der Zustand des Instruments, eventuell der lokalen Refraktion, während der Beobachtungen 1865 und 1885 ein anderer war, als 1892 und 1900.“

Da die *FC* nur die Kataloge bis 1885 benutzen konnten, würden ihre Deklinationen bei weiterer Ausdehnung zu vergrößern sein, zum Teil um

mehr als 0″5; ich komme hierauf noch zurück nach Besprechung der mit den Pulkowaer Katalogen nahe verwandten Odessaer Kataloge, die mit den Folgerungen, die sie gezeitigt haben, hier von großem Interesse sind.

Sie sind beobachtet mit dem Repsoldschen Vertikalkreise, der erste 1901 von Koudriawtzew, der zweite 1908—09 von Bonsdorff. Ich habe sie bei der Besprechung der Refraktion bereits erwähnt und dort festgestellt, daß ihre Ergebnisse mit anderen neueren durchaus im Einklang stehen. Der absolute Charakter ist in beiden Arbeiten ebenfalls durchaus gewahrt und sie geben zu keinerlei Bedenken Anlaß. Auch das einfache Biegungsglied $b \sin z$ wurde in die Bedingungsgleichungen eingeführt und gefunden:

$$\text{bei } K \text{ zu } b = +0\overset{''}{.}040 \pm 0\overset{''}{.}010$$
$$B \quad = -0.001 \pm 0.013.$$

Was aber an diesen Katalogen auffällt, sind ihre starken Differenzen gegen die *FC* und damit auch gegen die Pulkowaer Kataloge. Die Vergleichung mit *NFK* von *K* und *B* setze ich hierher, wie sie von den beiden Beobachtern gegeben sind:

**Vergleichung der Odessaer Kataloge mit *NFK*.**

| δ | | | Odessa 1900 — *NFK* | δ | Odessa 1910 — *NFK* |
|---|---|---|---|---|---|
| + 90° | bis | + 80° | + 0″08 | + 87° | + 0″05 |
| 80 | | 70 | + 23 | 75 | + 9 |
| 70 | | 60 | + 32 | 67 | + 15 |
| 60 | | 50 | + 44 | 61 | + 46 |
| 50 | | 40 | + 46 | 56 | + 64 |
| 40 | | 30 | + 42 | 47 | + 86 |
| 30 | | 20 | + 52 | 26 | + 1.28 |
| 20 | | 10 | + 70 | 9 | + 1.47 |
| 10 | | 0 | + 78 | — 11 | + 1.66 |
| 0 | | — 10 | + 87 | — 28 | + 2.40 |
| — 10 | | 20 | + 1.10 | | |
| — 20 | | 30 | + 1.43 | | |

Ich bemerke, daß Bonsdorff die spezielle Aufgabe verfolgte, die bereits großen Differenzen von Koudriawtzew aufzuklären; aber das Gegenteil trat ein, bei ihm ergaben sie sich noch größer und zwar in beiden Fällen in dem gleichen Sinne wie München 1892 und Wien — Ottakring 1896.

Hieraufhin ist der Repsoldsche Vertikalkreis nach Pulkowa überführt zur Ermöglichung einer unmittelbaren Vergleichung mit dem Ertelschen Vertikalkreise. Diese ist ausgeführt wiederum von Bonsdorff und von Semenoff,

1910—12, und die Resultate sind von Backlund einer eingehenden Diskussion unterworfen, die ich hier, soweit sie uns interessiert, wiedergebe:

1. Es besteht eine systematische Differenz für südliche *ZD* zwischen Meridiansaal und Südturm. Die Ursache liegt in dem ersteren. Hiernach haben die in diesem südlich vom Zenit bestimmten Deklinationen folgende Korrektionen zu erhalten:

| $\delta$ | | $\delta$ | |
|---|---|---|---|
| + 55° | — 0.″02 | + 15 | + 0.″48 |
| 45 | + 0.05 | 5 | + 0.38 |
| 35 | + 0.30 | — 5 | + 0.28 |
| 25 | + 0.33 | | |

und zwar unter Annahme der Temperatur am Instrument; für das im Mittel um 0°9 R niedrigere äußere Thermometer wird die Korrektion noch größer.

2. Für die allerdings unter den beiden Beobachtern weniger gut übereinstimmenden nördlichen *ZD* ergibt sich im Mittel keine Differenz der beiden Beobachtungsräume.

3. Die Beziehung zwischen den beiden Vertikalkreisen läßt sich durch die Formel darstellen

$$\text{Ertel} = \text{Repsold} + 0.''64 \sin 2z.$$

Der größte Teil des Koeffizienten fällt wahrscheinlich dem Repsoldschen Kreise zur Last; dieses ist durch die Beobachtungen näher zu untersuchen.

4. Deshalb sind 28 Sterne der Odessaer Liste Bonsdorffs in Pulkowa (Südturm) neu beobachtet. Außer der Verbesserung der Refraktion und einer Konstanten führt Backlund noch das Glied $c \sin 2z$ in die Bedingungsgleichungen ein, die gruppenweise durch ein Näherungsverfahren aufgelöst werden. Für die beiden ersten Unbekannten ergibt sich Null, für die dritte $c = +0.''44 \pm 0.''23$ (w. F.). Aber diesen Wert bezeichnet Backlund als recht unsicher.

Zu Grunde gelegt sind die Pulkowaer Refraktionstafeln.

5. Die beiden Odessaer Reihen (1900 und 1910) werden von neuem behandelt, jetzt ebenfalls unter Einführung des Gliedes $c \sin 2z$ außer Refraktion und Polhöhe. Die Auflösung erfolgt wiederum gruppenweise durch Näherungsverfahren, da die Verbesserung der Refraktion und $c$ sich nicht sicher von einander trennen lassen. Es folgt

$$c = +0.''60 \text{ (1900) und } c = +0.''50 \text{ (1910)}.$$

6. Das Endergebnis faßt Backlund dahin zusammen, daß das Repsoldsche Instrument mit einer Art Biegung oder Deformation behaftet ist, die sich

recht gut darstellen läßt durch $c = +0''.50 \sin 2z$. Es ist aber auch möglich, daß wir es hier mit einer anderen Funktion zu tun haben.

7. Für die Polhöhe von Odessa findet sich:

| | | | |
|---|---|---|---|
| nach Backlund | | | |
| Verfahren sub 4 | $\varphi = +46^\circ 28' 37''.55$ | | |
| sub 5 (1900) | 37.39, | nach Koudr. | 37''.79 |
| „ (1910) | 37.56, | „ Bonsdorff | 38.19. |

8. Für die Refraktionskonstante in Odessa ergibt sich:

| | | | |
|---|---|---|---|
| nach Koudriawtzew | 60''.168 | nach Backlund | 60''.488 |
| „ Bonsdorff | 60.160 | | 348. |

9. Mit den neuen Werten wird die Übereinstimmung mit den *FC* eine wesentlich bessere; ich gebe hier nur die Differenzen: Bonsdorff — *NFK*.

| $\delta$ | | $B-NFK$ |
|---|---|---|
| + 90° bis | + 80° | + 0''.19 |
| 80 | 70 | 0.00 |
| 70 | 60 | + 0.03 |
| 60 | 50 | + 0.25 |
| 50 | 20 | + 0.34 |
| 20 | 0 | + 0.09 |
| 0 | — 20 | + 0.42 |
| — 20 | — 34 | + 0.96 |

Es läßt sich nicht verkennen, daß durch diese Ergebnisse Backlunds die Odessaer Kataloge in besseren, wenn auch nicht vollen Einklang mit den *FC* gebracht sind; ob sie aber als endgültig betrachtet werden können, muß ich für fraglich halten. Allerdings stimmen die $c$-Werte auffallend gut überein; aber den einen bezeichnet Backlund selbst als sehr unsicher und bei der Ableitung des anderen sei mit einer gewissen Willkür vorgegangen. Bei dem gleichgearteten Verlauf der Odessaer Reduktionen auf *FC* war diese Übereinstimmung wohl zu erwarten, aber vielleicht hätte eine andere trigonometrische Funktion, oder eine andere Art der Gruppierung, eine noch bessere ergeben. Es muß doch überraschen, daß ein Biegungsglied der Form $b \sin z$ nicht vorhanden ist, wohl aber der Form $c \sin 2z$ und noch dazu in einem so großen Betrage.

Bedenklich aber müssen die Backlundschen Resultate erscheinen in Bezug auf die Verbesserungen der Refraktionskonstanten. Die Werte von Koudriawtzew und Bonsdorff befinden sich mit allen neueren in sehr guter Übereinstimmung, die von Backlund jedoch keineswegs. Es wird also von ihm

wohl die eine Mißstimmigkeit beseitigt, dafür aber eine neue geschaffen, ja, sogar noch eine weitere sehr bedeutsame! Der Ertelsche Vertikalkreis, an dem die Pulkowaer Deklinationen beobachtet sind, befand sich im Meridiansaal und dieser ist nach Backlunds Feststellung mit einer starken lokalen Refraktion behaftet: Die Pulkowaer Deklinationen südlich vom Zenit sind zu klein. Unter Zugrundelegung des von Nyrén angewandten Mittels von äußerer und innerer Temperatur gehen hiernach die Differenzen $P1900 - FC$ Boss über

| $\delta$ | von | in |
|---|---|---|
| + 55° | + 0.″13 | + 0.″12 |
| 45 | + 0.17 | 0.25 |
| 35 | + 0.39 | 0.75 |
| 25 | + 0.35 | 0.77 |
| 15 | + 0.25 | 0.86 |
| 5 | + 0.20 | 0.76 |
| — 5 | + 0.21 | 0.76 |

Sie nähern sich damit schon sehr jenen Werten, die die anderen bislang genannten Kataloge aufweisen; mit München 1892 und Odessa 1900 sind sie sogar fast identisch. Für die $FC$ ist diese Feststellung von sehr großer Bedeutung, da die mit dem Ertelschen Vertikalkreise, der sich in diesem nicht einwandfreien Meridiansaale befand, angestellten Beobachtungen gewissermaßen das Fundament zu ihnen gebildet haben.

Außer den Pulkowaer Katalogen kommen besonders die Greenwicher in Betracht. Aber ich muß von einer eingehenden Besprechung dieser hier absehen, sie würde zu weit führen. Außerdem habe ich bereits früher darauf hingewiesen, daß ihnen ein gewisses Mißtrauen entgegengebracht werden muß.

Die Kataloge der südlichen Halbkugel von Cape und Melbourne zeigen unter sich wie besonders gegen die $FC$ große Abweichungen. Ich gebe hier einen Auszug aus den Systematic corrections $\Delta\delta_\delta$ von Boss ($PGC$, Appendix III). Die Vorzeichen sind in dem Sinne von Reduktionen der Kataloge auf $PGC$ zu verstehen. Es stimmt also nur Cape 1890 befriedigend mit $PGC$ überein, während besonders Melbourne 1890 stark von ihm abweicht und zwar in dem gleichen Sinne wie die früher besprochenen Kataloge München, Wien-Ottakring und Odessa.

| δ | Cape 1880 | Cape 1885 | Cape 1890 | Melbourne 1880 | Melbourne 1890 |
|---|---|---|---|---|---|
| + 45° | | — 1"03 | — 0"30 | | |
| 40 | + 0"53 | — 81 | — 7 | + 0"86 | — 1"11 |
| 35 | + 2 | — 62 | + 2 | + 46 | — 1.07 |
| 30 | — 27 | — 47 | 0 | + 6 | — 1.09 |
| 25 | — 30 | — 37 | — 5 | — 27 | — 1.18 |
| 20 | — 23 | — 31 | — 6 | — 42 | — 1.26 |
| 15 | — 22 | — 30 | — 4 | — 43 | — 1.30 |
| 10 | — 22 | — 29 | — 1 | — 40 | — 1.28 |
| 5 | — 17 | — 28 | — 2 | — 26 | — 1.18 |
| 0 | — 8 | — 27 | — 5 | — 32 | — 1.00 |
| — 5 | + 2 | — 26 | — 9 | — 53 | — 0.90 |
| 10 | + 8 | — 26 | — 11 | — 67 | — 85 |
| 15 | + 8 | — 27 | — 10 | — 69 | — 83 |
| 20 | + 6 | — 28 | — 8 | — 62 | — 86 |
| 25 | — 5 | — 28 | — 1 | — 63 | — 93 |
| 30 | — 22 | — 24 | + 4 | — 68 | — 1.00 |

Die beigebrachten Argumente dürften ausreichen zu der Schlußfolgerung, daß die Systeme unserer Fundamentalkataloge noch nicht als richtig orientiert angesehen werden können; es will scheinen, daß besonders die *EB* noch mit mehr oder weniger starken Fehlern behaftet sind, so daß die Differenzen der *FC* Systeme gegen das wahre System mit der Zeit anwachsen werden. Ich halte es daher für dringend wünschenswert, daß die Grundlagen der *FC* durch neuere, streng absolute Beobachtungsreihen unter eingehender Berücksichtigung aller Fehlerquellen einer Revision zu unterziehen sind, daß sich an dieser Arbeit möglichst mehrere Sternwarten, die mit modernen Meridiankreisen ausgerüstet sind, beteiligen, unter Zugrundelegung eines einheitlichen Arbeitsprogramms.

## Inhaltsverzeichnis.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 10. Abhandlung

# Über alpine Minerallagerstätten

## Erster Teil

Von

**J. Koenigsberger**
in Freiburg i. Br.

Mit einer Karte der Mineralfundorte von Vals-Platz

Vorgelegt am 7. Juli 1917

München 1917
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

# Einleitung.

Die alpinen Kluftmineralien sind in den Sammlungen schon dadurch kenntlich, daß sie in schönen Kristallen sich scharf von der Unterlage, dem kleinkörnigen gebleichten Muttergestein, abheben, zum Unterschied von den Pegmatitmineralien, die aus der grobkörnigen Unterlage herauszuwachsen scheinen und den Erzgangmineralien, welche meist die kristallographisch begrenzte Fortsetzung derber Massen bilden. Die Enträtselung ihrer Entstehung verlangt Vergleichung des Naturvorganges mit der Laboratoriumsynthese. Man kann schrittweise wechselseitig einerseits Hinweise für die Wahl der künstlichen Versuchsbedingungen und die Deutung ihrer Ergebnisse gewinnen, anderseits die in den Zentralalpen früher wirksamen physikalischen Bedingungen und Vorgänge ermitteln. Für beide Zwecke ist nützlich zu wissen, wo das genaue Versuchsprotokoll der Natur zu den einzelnen Stufen, die jetzt in den Museen liegen, aufzufinden ist, auch wenn wir dessen Schrift noch nicht vollständig lesen können.

Die bisherigen Forschungen haben schon manche Frage beantwortet. Die Paragenese der Mineralien erwies sich deutlich vom Gestein abhängig. Die Granite, die Glimmerschiefer, die Diorite, die Amphibolite, die Kalkglimmerschiefer usw. beherbergen in den West- und Ostalpen jeweils einen bestimmten Komplex von Kluftmineralien. Man kann mit Sicherheit aus dem Anblick einer Mineralstufe ohne weiteres auf das Gestein schließen, in dem die Kluft aufsetzt. Doch ist noch nicht alles geklärt. Ohne daß die Gesteinbeschaffenheit merklich verschieden wäre, finden wir z. B. im Aaregranit in einer Kluft weniger, in einer anderen mehr Calcit. In einer Kluft sind Zeolite reichlich vorhanden, in der andern fehlen sie. Oder man beobachtet in einem Gestein, das mineralogisch-chemisch gleichmässig zu sein scheint (wie z. B. die normale Ausbildung des Aaregranits), zwei deutlich verschiedene paragenetische Typen: 1. Quarz-Flußspath-Chlorit, 2. Quarz-Eisenglanz.

Diese Verschiedenheiten werden vielleicht später über den Wechsel der Konzentration pneumatolytischer Bestandteile, über das Undichtwerden der

Gesteinskluft mit sinkender Temperatur, über die verschiedene Zusammensetzung des Biotit, über die maximale Höhe der Temperatur, über das Hinzutreten noch unbekannter pneumatolytischer Komponenten Auskunft geben.

Die wichtigsten flüchtigen Bestandteile, die aus der Tiefe herauf gedrungen sind, ergaben sich aus der Analyse der Flüssigkeitseinschlüsse[1]) in den Kristallen ($H_2O$, $CO_2$, Cl, $SO_4$) und aus dem chemischen Bestand der Kluftmineralien (z. B. $CaCO_3$). Während andererseits Fluor, Phosphorsäure, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, dem Gestein entnommen sein müssen, steht dies für Borsäure und Schwefelsäure nicht fest. Eine einwandfreie Erklärung der weit ausgedehnten Randzone des Syenit im Aaremassiv, die in Band und Kluft Anhydritkristalle in Quarz und Adular eingeschlossen zeigt, ist noch nicht gelungen. — Angenäherte Grenzen für die Entstehungstemperatur können für einige Mineralien aus Laboratoriumsversuchen festgestellt werden, z. B. für $\alpha$-Quarz als obere Grenze 570°, für Adular als untere Grenze 340°, für Albit 410°. Andere Substanzen, wie Chlorit, Muscovit, sind nur zufällig gelegentlich erhalten worden; ihr Existenzbereich ist noch unbekannt. — Aus den Beobachtungen lassen sich ferner Schlüsse über geologische Vorgänge ziehen: Die großen unverletzten Kristalle zeigen, daß sie nach Abschluß der tertiären Alpenfaltung entstanden sind und daß seitdem heftigere Bewegungen der alpinen Massen nicht stattfanden. Die Vorkommen von Vals-Platz zeigen ferner, wie im folgenden nachgewiesen wird, daß die letzte und wohl schwächste, aber chemisch noch wirksame Dynamometamorphose, durch die sich die Kluftmineralien bildeten, auf die Zeit der Überschiebungen folgte. In den Schweizerischen Zentralalpen sind mindestens zwei, bei vielen Gesteinen aber drei oder vier zeitlich ganz verschiedene Metamorphosen der Gesteine zu unterscheiden. — Die Literatur wird einzeln im folgenden angeführt. Einen vorzüglichen Überblick über unsere Kenntnisse der alpinen Minerallagerstätten und über die ganze Literatur hat P. v. Groth im Anschluß an den Bestand der Münchner Sammlung im Augustheft der Zt. f. prakt. Geol. p. 165 1917 gegeben. — Die alpinen Minerallagerstätten habe ich eingehender seit 1897 studiert. Ein Teil des Materials ist schon bearbeitet und veröffentlicht. Die freundliche Aufforderung von Herrn Professor P. v. Groth, eine Karte der zentralschweizerischen Mineralfundorte für die Sammlung der Münchner Akademie zu entwerfen und die Bewilligung einer Unterstützung aus dem Bürgerfond der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften, gaben die Veranlassung zur Herausgabe der folgenden Arbeiten.

---

[1]) Ztrbl. f. Min. 1906, p. 72.

## Habitus der Kristalle in den alpinen Minerallagerstätten.

Der kristallographische Habitus der einzelnen Mineralien alpiner Minerallagerstätten läßt sich für jedes Mineral meist durch eine kleine Anzahl bestimmter Typen darstellen. Das entspricht der Gleichartigkeit der Entstehungsbedingungen, der physikalischen Parameter. In einem Gestein sind auch noch die Konzentrationen nahe konstant und daher sind dessen Kluftmineralien häufig nur durch ein oder zwei Habitustypen charakterisiert. — Man erreicht also eine wesentliche Ersparnis beim Druck und eine größere Übersichtlichkeit des Verzeichnisses der Minerallagerstätten, wenn man nicht jedesmal die Flächensymbole hinschreibt, sondern bei den häufigeren Mineralien die sich wiederholenden Kombinationen der Flächen durch Abkürzungen charakterisiert, wie es in der folgenden tabellarischen Übersicht geschehen ist. An den Kombinationen treten bisweilen seltenere Flächen auf, die dann oft nur einem Teil der Kristalle in der betreffenden Mineralkluft eigen sind. Diese Flächen haben hauptsächlich kristallographisches Interesse; sie sind nicht durch die uns in ihren großen Zügen bekannten physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Auskristallisation bestimmt. Soweit Messungen anderer Autoren oder eigene schon vorlagen, sind die seltenen Flächen meist angegeben, aber Vollständigkeit wurde nicht beabsichtigt. — Einige Mineralien zeigen an Fundorten, an denen sie besonders reichlich vorkommen, so z. B. Anatas an der Alp Lercheltini, Idokras an der Testa ciarva bei Ala, Apatit an mehreren Fundorten, verschiedene Kristalltypen, die meist Übergänge aufweisen und sich nicht in ein Schema bringen lassen. Andere Mineralien, wie Epidot, Titanit, haben fast an jedem Fundort einen besonderen Habitus. In diesen Fällen wird die Flächenkombination jeweils später besonders angeführt.

Die Flächensymbole und Wahl der Parameter folgt C. Hintze's Handbuch der Mineralogie, soweit es erschienen. Die Flächen, welche im wesentlichen den Kristall umgrenzen, sind von den klein ausgebildeten durch Strichpunkt getrennt. Ist eine Fläche besonders groß und für die Gestalt bestimmend, so ist sie fett gedruckt.

Der am häufigsten auftretende Habitus eines alpinen Kluftminerals ist auch fett gedruckt.

1. **Pyrit.** **H 1**: **(100)**. H 2: **(100)** (111). H 3: **(210)**. H 4: **(210)** (110). H 5: **(210)** (421). H 6: **(210)** (100). H 7: (100) (111) (210) (421). kl. < 5 mm, gr. > 2 cm.[1]

2. **Galenit.** **H 1**: **(100)**. H 2: (100) (111). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

[1] kl. bedeutet, daß die Dimensionen des Kristalls als alpines Kluftmineral besonders klein, gr., daß sie besonders groß sind. Hierbei ist die Grenze für diese Größenbezeichnung in cm oder mm angegeben und soweit nötig, die Richtung, nach welcher die Länge zu messen ist, durch die Achse in **| |**.

3. **Quarz.** **H 1:** $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$. H 2: $(10\bar{1}0)$ $(30\bar{3}1)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(10, 0, \bar{10}, 1)$. H 3: $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(51\bar{6}1)$ $(11\bar{2}1)$. H 4: $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(11\bar{2}1)$ $(51\bar{6}1)$ $(31\bar{4}1)$. H 5: $(10\bar{1}0)$ $(40\bar{4}1)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(50\bar{5}3)$. |c| kl. < 5 mm, gr. < 10 cm. Wenn bei Quarz kein Habitus angegeben, so herrscht **H 1** vor.

4. **Rutil.** **H 1:** (110); (101) (100). H 2: (110) (101) (100) (111) [321]. |c| kl. < 2 mm, gr. |a| > 2 mm.

5. **Anatas.** **H 1:** (111). **H 2:** (111); (001). H 3: (111) terrassenförmig. H 4: (111) (001); (101) daneben häufig ganz klein (5, 1, 19). H 5: (112) (111); (225) (201). H 6: (111) (101) (001); (110); (301) (113). H 7: (111) (001) (113). |c| kl. < 2 mm, gr. > 5 mm.

6. **Brookit.** **H 1:** (100); (110) (122) (001). H 2: (100) (110); (210) (010) (021) (122) (001) (134) (104). H 3: (100); (110) (210) (104) (001) (102) (122) (322) [(021)] (112) mit Sanduhrzeichnung auf (100). H 4: (100); (110) (001) (021) (122). |c| kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

7. **Hämatit.** H 1: (0001) $(10\bar{1}0)$ $[22\bar{1}0]$. H 2: (0001) $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}0)$ (1120); [2243]. H 3: (0001) $(11\bar{2}0)$; $(22\bar{4}3)$ $[(10\bar{1}0)]$. H 4: (0001) $(10\bar{1}1)$; $(22\bar{4}3)$ $[01\bar{1}2]$. H 5: (0001) $(10\bar{1}1)$ $(02\bar{2}1)$ $(01\bar{1}2)$; $(22\bar{4}3)$. |a| kl. < 5 mm, gr. > 1,5 cm.

8. **Ilmenit** (Crichtonit). **H 1:** (0001) $[10\bar{1}1]$. |a| gr. > 1 cm.

9. **Magnetit.** **H 1:** (111). kl. < 2 mm, gr. < 5 mm.

10. **Calcit.** H 1: $(21\bar{3}1)$. **H 2:** $(21\bar{3}1)$; $(10\bar{1}1)$. H 3: $(21\bar{3}1)$; $(21\bar{3}4)$. **H 4:** $(10\bar{1}1)$; $(21\bar{3}1)$. H 5: $(31\bar{4}5)$ $(10\bar{1}1)$ $(21\bar{3}1)$. **H 6:** (0001); $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}2)$. H 7: $(01\bar{1}2)$; (0001). **H 8:** $(01\bar{1}2)$; $(10\bar{1}0)$, häufig abgerundet. H 9: $(01\bar{1}2)$ $(21\bar{3}1)$. kl. < 5 mm, gr. > 2 cm.

11. **Dolomit.** **H 1:** $(10\bar{1}1)$. kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

12. **Siderit.** **H 1:** $(10\bar{1}1)$. kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

13. **Strontianit.** H 1: Nadeln ohne deutliche Flächen.

14. **Cerussit.** H 1: (010) (111)? stets sehr klein, unter 1 mm.

15. **Amphibol.** a) **Tremolit** **H 1:** (110); (010). stets größer als 5 mm; b) gewöhnliche **Hornblende** H 1: (110) (010); $(\bar{1}11)$? stets sehr schmal ⊥ zur c-Achse.

16. **Skapolith.** H 1: (110) (100).

17. **Orthoklas** (Adular). **H 1:** (110) (001) $(\bar{1}01)$. H 2: (110) $(\bar{1}01)$ (001); (010) (130) $[(\bar{2}03)$ $(\bar{1}11)]$. H 3: (110) (010) (001) $(\bar{1}01)$; $(\bar{2}01)$. H 4: (110) $(\bar{1}01)$. kl. < 5 mm, gr. > 5 cm.

18. **Albit.** H 1 (Albit): (010) (001) (110) $(1\bar{1}0)$; $(\bar{1}01)$ $[(130)$ $(11\bar{1})]$. H 2: (010) $(1\bar{1}0)$ (110) (001); $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ $(\bar{1}11)$ $[\bar{4}03]$. H 3: (010) $(1\bar{1}0)$ (110) $(1\bar{3}0)$ (130) $(\bar{1}01)$ (001). H 4 (Periklin): (001) $(\bar{1}01)$ (010) (110) $(1\bar{1}0)$; $(11\bar{1})$ $(\bar{4}03)$. H 5: Periklinzwilling mit den Flächen von H 4. H 6: Albitzwilling von H 1. H 7: Albitdrilling. H 8: Periklinvierling mit Flächen von H 4. H 9: Karlsbader und Albitzwilling. H 10: Albitzwilling mit (010) $(\bar{1}01)$ (001); $(0\bar{2}1)$ $(1\bar{1}0)$ $(1\bar{3}0)$. H 11: Albitzwilling und (010) $(\bar{1}01)$ (001).

19. **Turmalin.** **H 1:** $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$. H 2: $(11\bar{2}0)$ $(02\bar{2}1)$ $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}2)$; $(10\bar{1}1)$ (0001). H 3: $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}1)$; $(02\bar{2}1)$ $(01\bar{1}2)$ (0001). H 4: $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}1)$. kl. |c| < 5 mm, gr. || > 2 cm.

20. **Granat.** **H 1**: (110). H 2: (211). H 3: **(110)**; (211) [(321)]. kl. < 4 mm, gr. > 1 cm.

21. **Epidot.** H 1: **(001)** (100) $(\bar{1}01)$ (101) (110) $(\bar{2}01)$; $(\bar{1}11)$ [(011)] [(111)]. H 2: **(001)** $(\bar{1}01)$ $(\bar{2}01)$; $(\bar{3}02)$. H 3: **(001)** $(\bar{1}01)$ (100) (011) $[10\bar{2}]$. H 4: (001) $(10\bar{1})$ $(\bar{1}02)$; (100) (011) $(11\bar{1})$. H 5: **(100)** (001) (010) $(\bar{1}01)$; $(\bar{1}11)$ $(\bar{2}33)$. H 6: (001) (100) $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}11)$. H 7: **(103)** (001) (101) $(\bar{1}01)$ (100) (110); $(\bar{1}01)$ $(\bar{3}01)$.

22. **Axinit.** **H 1**: $(1\bar{1}1)$ (111) (001); (101) (112) (201). H 2: **(001)** (111) $(1\bar{1}1)$ (110) (111); (100) (101) (201). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

23. **Laumontit.** **H 1**: (110) $(\bar{2}01)$. kl. |c| < 4 mm, gr. |c| > 1 cm.

24. **Skolezit.** **H 1**: **(110)** **(010)** (111) $(\bar{1}11)$. H 2: Zwillinge nach (100); Flächen wie H 1. H 3: (110); (111) $(1\bar{1}1)$. kl. |c| < 4 mm, gr. |c| > 1 m.

25. **Faujasit.** H 1: (111). kl. < 2 mm, gr. > 4 mm.

26. **Apophyllit.** H 1: **(001)** **(100)** (111). H 2: **(111)** (100) (001). kl. < 2 mm, gr. > 1 cm.

27. **Heulandit.** H 1: **(010)** **(201)** $\mathbf{(\bar{2}01)}$ (001); (110) $(\bar{1}11)$. H 2: (201) (010) $(\bar{2}01)$ (001); (110). H 3: $(\bar{2}01)$; (010) (110) (201) (001). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

28. **Chabasit.** H 1: $(10\bar{1}1)$. H. 2: Zwillinge nach $(10\bar{1}1)$. kl. < 2 mm, gr. > 5 mm.

29. **Desmin.** H 1: **(010)** **(001)** (110) Zwillinge nach (001). H 2: (010) (001); $(\bar{1}01)$ (110). |a| kl. < 1 mm, gr. > 3 mm.

30. **Chlorit.** Dies Mineral ist, wo nicht ausdrücklich anders erwähnt, Kluftausfüllung als feines Pulver aus kleinen pseudohexagonalen Krystallen, die selten zu wurmartigen oder kammartigen Gebilden und äußerst selten zu Kugeln zusammengewachsen sind.

31. **Muskovit.** H 1: **(001)**; (441) (010). |⊥c| kl. < 3 mm, gr. > 7 mm.

32. **Margarit.** H 1: (001) hexagonal umgrenzt.

33. **Titanit** (Sphen). H 1: **(102)** $(\bar{1}12)$; (001) (100). H 2: Zwilling nach (101), Flächen wie H 1. H 3: **(102)** $(\bar{1}12)$; (100) (001) $(02\bar{1})$ (111) (110) $(\bar{1}21)$. H 4: **(100)** (102) (001) $(\bar{1}12)$. H 5: $\mathbf{(\bar{1}12)}$ **(102)** (110); (111) (100) (001) (021) $[(\bar{1}32)$ $(132)]$. H 6: **(021)** **(102)** $(\bar{1}12)$; (110) (111) (100) (001). H 7: (100) (111) (001). H 8: **(102)** (021); (100) (001). |b| kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

34. **Apatit.** H 1: **(0001)** $(10\bar{1}0)$; $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$. |⊥c| kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

35. **Monazit** (Turnerit). H 1: **(100)** (101) (010); (011) (111). H 2: **(100)** (101) (010) (120); (011) (111). H 3: (100) (101) $(\bar{1}01)$ (011) (311); (110) (010) $(\bar{1}11)$ (111). H 4: (100) (011) $(\bar{3}11)$; (101) $(\bar{1}01)$. H 5: **(100)** $\mathbf{(\bar{1}01)}$ $(\bar{3}11)$ (011); $(\bar{1}11)$ (110) (010) $(\bar{2}11)$. **H 6**: **(100)** **(101)** (011) $(\bar{1}01)$; (010) (110) (210) $(\bar{3}11)$ $(\bar{1}11)$ (122) (012) $(\bar{1}21)$ (105). kl. < 2 mm, gr. > 7 mm. Aufstellung wie bei Dana, Lacroix.

36. **Anhydrit.** H 1: (010) (100) (001). |⊤c| kl. < 1 mm, gr. > 2 mm.

37. **Wulfenit.** H 1: **(111)** (110); (001). kl. < 1 mm; gr. > 3 mm.

38. **Scheelit.** **H 1**: (101). kl. < 5 mm.

39. **Fluorit.** **H 1**: (111). H 2: (100). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

## I. Minerallagerstätten von Vals-Platz (Graubünden).

Als topographische Unterlage dienten Blatt 413 und 412 des Siegfriedatlas, aus dem Bäche, Wege, Orte, Bergspitzen in Schwarz durchgezeichnet wurden. Verbessert wurde lediglich die Gletscherzeichnung in der Nähe von Fundorten nach dem Stand von 1900, sonst aber wurden die Gletscher nicht besonders eingetragen. Man kann mit einfacher Pause die Lage des Fundortes genau auf ein Blatt des Siegfriedatlas übertragen. Die Fundorte sind fast alle leicht zugänglich und auffindbar.

Die geognostische Unterlage der Mineralfundortskarte beruht im wesentlichen auf den Forschungen von A. Heim in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, Lief. 25, Blatt 14 und den beigegebenen petrographischen Beiträgen von C. Schmidt, der das Adulamassiv besonders eingehend studierte. Ferner wurde zu Rate gezogen: A. Heim,[1]) Geologische Nachlese Nr. 16, Greinabahn und Nr. 17: „Über die nordöstlichen Lappen des Tessinermassiv"; dort werden die geologisch-tektonischen Probleme in neuer Auffassung dargelegt. Die Abhandlungen von O. Wilckens[2]) und von W. Freudenberg[3]) behandeln spezielle Fragen, auf die hier nicht eingegangen wird. Bei der Besichtigung der Mineralfundorte habe ich einige ergänzende geognostische Beobachtungen gemacht.

Der Adulagneiß kann als Mylonitgneiß bis Mylonitschiefer im Sinne von P. Quensel[4]) bezeichnet werden. Er ist ähnlich wie der Urserengneiß ein kaum zu entwirrender Komplex von Injektionsgneißen, Orthogneißen, Porphyren, Hornfelsen, Granuliten, Paragneißen ist, in dem aber das eruptive Material überwiegt. Der jetzt besonders charakteristische Gemengteil ist ein von C. Schmidt beschriebener, von E. A. Wülfing optisch und chemisch untersuchter grüner Glimmer (genauer zwei Glimmer, die beide zu den Phengiten gehören). Der Adulagneiß von den Fundorten am Frunthorn ist besonders stark geschiefert, besteht aber im wesentlichen aus granitischem Material, das weiter südlich,

[1]) A. Heim, Vierteljahrber. d. Zürcher Nat. Ges. **51**, p. 378 u. 397. 1906.
[2]) O. Wilckens, Ztrbl. f. Min. 1907, p. 341.
[3]) W. Freudenberg. N. J. f. Min. Blbd. **36**, p. 282. 1913.
[4]) P. Quensel, Bull. Geol. Instit. Upsala, **15**, p. 91, 1916.

bei Lampertschalp, m. E. Ähnlichkeit mit Gotthardgraniten und Gneißen aufweist. Der Adulagneiß der Fundzone ist aber in seiner Gesamtheit nur eine geologisch-tektonische Einheit, die im großen ganzen eine zwischen Orthogneiß (vgl. p. 14) und Paragneiß stehende Zusammensetzung aufweist, im einzelnen aber aus sehr verschiedenen zusammengewalzten Materialien besteht. Nach Norden grenzt der Adulagneiß mit allmählichen Übergang, nur manchmal durch nachträglich eingeklemmten Dolomit getrennt, an die Bündnerschiefer des Piz Aul, die ihrerseits die Fortsetzung der Glimmerschieferzone südlich von Olivone-Piora sind. Nach Süden geht der Adulagneiß in den Paragneiß-Komplex des Valser Rhein über (vgl. p. 18), der seinerseits die Fortsetzung der Gneiße vom Rheinwaldhorn und des Glimmergneiß von Dongio-Faido ist. In diesem Glimmergneiß, dessen Glimmer braun bis schwarz ist, sind auch Orthogneiße und Aplite vertreten, ferner Kontaktschollen mit reichlichem Granat, Epidot. Dagegen sind die Amphibolite und Strahlsteinepidotschiefer meist selbständige Intrusivkörper. Die Marmore sind wohl alle lediglich tektonisch mit dem Glimmergneiß verknüpft, der nach O. Wilckens als Lappen oder Schuppen einer Decke aufzufassen ist. Der Glimmerschiefer des Piz Aul, den schon C. Schmidt[1]) als Graphitoid freie Glimmerschiefer von den eigentlichen Bündnerschiefern getrennt und beschrieben hat, ist den Glimmerschiefern des Gotthardmassives und den Serizitschiefern des Aarmassives verwandt.[2]) An den Anatas führenden Mineralfundorten zeigen die Glimmerschiefer normalen z. T. Serizitgneißähnlichen Habitus. Die von C. Schmidt beschriebenen Abarten des Komplexes, wie Granatglimmerschiefer, Disthenschiefer usw. sind arm an Mineralklüften. Glimmergneiß und Glimmerschiefer sind nicht scharf zu scheiden. Mesozoisch ist, wie A. Heim feststellte, die Hauptmasse der Bündnerschiefer. Der Komplex zerfällt in grüne Bündnerschiefer und die eigentlichen Bündnerschiefer, die Kalkkarbonat führten. Eine Zone derselben ist die Fortsetzung der Kalkglimmerschiefer des Tessin, die vom Südhang der Leventina über Piora mit Unterbrechungen südlich von Val di Campo, weiter nördlich von Piz Alpetta gegen Piz Aul und mit einer Unterbrechung gegen Buccarischuna zieht. Nördlich schließt sich durch Triasdolomit getrennt der Crinoidenliasschiefer vom Scopi an, und von diesem wieder durch eine Dolomitlage getrennt der Belemnitenschiefer (schwarze Klintonit-Phyllite). Die Crinoidenschiefer enthalten im ganzen reichlicher Kalk, weniger Klintonit und Zoisit als die Belemnitenschiefer und gleichen mehr den Viamalaschiefern und

[1]) C. Schmidt, loc. cit. p. 49.

[2]) Wir halten also diesen Teil der Bündnerschiefer für paläozoisch oder genauer permokarbonisch, hierin der Ansicht von Gümbel und Diener folgend.

grauen Bündnerschiefern. Es gehört m. E. der Kalkglimmerschiefer einer besonderen Decke an, während die Scopischiefer nur Teilschuppen einer Decke sind. Nach meiner Ansicht, auf Grund von Versuchen,[1]) sind die Decken hier, wie in vielen anderen Fällen, keine liegenden Falten, sondern überschobene Schichtkomplexe, die aber, namentlich randlich, gestaut und in sich gefaltet sein können. An der Tatsache weitreichender Überschiebungen selbst kann man kaum zweifeln, wenn man größere Teile der Alpen oder des skandinavischen Hochgebirges gesehen hat.

Die Grünschiefer von Vals beschreibt C. Schmidt (loc. cit. p. 61, vgl. auch die Analyse von Dr. Scheid). Die Menge des basischen Plagioklas wechselt; bisweilen ist er völlig zersetzt; Calcit, Epidot und neugebildeter Albit vertreten ihn. Die meisten Züge und Linsen sind sehr basisch, als Hornblendeschiefer oder Aktinolithschiefer zu bezeichnen; manche entsprechen metamorphem Gabbro oder Diabas, andere, z. B. südlich des Piz Aul, sind kieselsäurereicher und eher aus einem Diorit oder Hornblendeandesit hervorgegangen. Im ganzen gleichen die ausgedehnten Zonen dieser Schiefer den Grünschiefern in Jura und Trias des Simplonmassivs, über die eine Monographie von H. Preiswerk[2]) vorliegt.

In die Kalkglimmerzone ist wie am Scopi ein Gesteinskomplex eingelagert, der petrographisch im wesentlichen Paragneiß ist, aber auch Orthogneiße enthält und den ich als gneißmetamorphes Permokarbon deute. Im Tessinermassiv wie in dieser Schuppe des Adulamassivs umfaßt der Kontaktmetamorphismus vielleicht noch die unterste Trias.

Über den chemischen Bestand der meisten hier erwähnten Gesteine sind wir nur durch die petrographische Diagnose angenähert unterrichtet.

---

Die Mineralfundorte von Vals zeichnen sich durch Schönheit und Größe der Kristalle und Mannigfaltigkeit der Paragenese aus. Auf einem kleinen Raum sind Gesteine und damit Fundortstypen zusammengedrängt, die sonst in verschiedenen Massiven vorkommen und über die Westalpen zerstreut sind. Das hat sowohl tektonische Gründe, da hier in den Decken Gesteine verschiedener Massive aufeinander gepreßt wurden, wie petrographische, da ursprünglich im Osten Gotthard- und Tessinergranite zusammenflossen und sich dem Aarmassiv näherten.

Die eigenartige Verteilung der meisten Fundorte, die Häufung an wenigen Stellen, kann nur durch tektonische Sonderheiten beim Abklingen der Be-

1) Vgl. Verhdl. d. deutschen geolog. Ges. **65**, p. 65. 1913.

2) H. Preiswerk, Beitr. z. geolog. Karte d. Schweiz. Lief. **26**. Teil. 1907.

wegungen, Aufreißen größerer Klüfte, an bestimmten Punkten bedingt sein.[1]) Die großen offenen Mineralklüfte mit unversehrten bis 80 cm langen Quarzkristallen beweisen, daß hier die Mineralbildung den Abschluß der Gebirgsbildung und Gesteinsmetamorphose bildete.

Aus der Tiefe[2]) kam Wasserdampf, Kohlensäure, wie aus den Einschlüssen in den Quarzen zu ersehen ist, und vielleicht wie im Aaremassiv $\dot{S}O_4$ und $\dot{C}l$.[3]) Doch waren diese pneumatolytischen Bestandteile nur spärlich. Skopolith in Klüften, wie ihn H. Preiswerk[4]) vom Nordrand des Tessinermassivs beschrieb, konnte nicht beobachtet werden. Daß nicht andere Bestandteile wie $TiO_2$, $\dot{F}$ usw. pneumatolytischen Ursprungs sind, beweist die strenge Abhängigkeit der Mineralvorkommen vom Gestein. Anatas und Ilmenit kommen als beachtenswerte Kluftmineralien nur im Glimmerschiefer und Glimmergneiß vor, Titanit nur in den reichlich Titanit führenden Hornblendegesteinen, Amianth und Epidot in nennenswerter Menge nur, wo Hornblende und Plagioklas reichlich im Gestein zugegen sind, Beryll nur in Beryll führenden Apliten, die Bormineralien nur in Schlieren des Adulagneiß, wie im Gotthardmassiv nur in Schlieren des Cristallinagranits. Apatit ist meines Wissens noch in keiner Mineralkluft der Valsergegend gefunden worden, von Erzen ist nur Pyrit zugegen und auch dieser nur sehr spärlich. Das Valsermassiv entspricht in der Mineralparagenese der Klüfte etwa der Zone Urseren-Tavetsch.

Im Dolomit ist die Sammel- und Umkristallisation nicht so stark wie bei Campolungo und Imfeld. — Nach Süden hin werden die Mineralklüfte rasch seltener und kleiner, ganz ähnlich wie im Tessinermassiv. Im Norden fehlen sie, wohl nur aus mechanischen Gründen, in den Sedimentschiefern. Der Gesteinsmetamorphismus der nördlichen Zone, der Fortsetzung der Liasschiefer des Scopi, entspricht dem Gotthardmassiv, der der unmittelbar südlich anschließenden aufgeschobenen Kalkglimmerschiefer dem Tessinermassiv. Die weiter südlich folgenden Gneiße sind Mylonite von Eruptiva, die wohl ursprüng-

---

[1]) Die Fundstellen sind fast alle von einem sehr findigen und kenntnisreichen Kristallsucher, P. Stoffel in Vals-Platz, entdeckt. Gleichwohl ist nicht persönlichen Zufälligkeiten zuzuschreiben, daß dort nur an bestimmten Punkten Mineralien gefunden wurden; denn P. Stoffel hat alle Berge in der Umgegend von Vals durchstreift. Ich habe mich in seiner Begleitung davon überzeugt, daß z. B. nordöstlich von Lampertschalp gegen 400 Quadratkilometer gut aufgeschlossener Gesteinsfläche sehr mineralarm sind, nur ab und zu eine kleine Kluft mit etwas Quarz enthalten — Zu beachten ist, daß keineswegs die ganzen Zentralalpen so gut wie die Umgegend von Vals schon völlig durchsucht sind; manche Stelle kann sich später noch mineralreich erweisen.

[2]) P. Termier, Congr. geol. intern. Stockholm 1910. I, p. 587.

[3]) J. Koenigsberger und W. J. Müller, Zentralbl. f. Min. 1906, p. 72.

[4]) H. Preiswerk, Verh. d. Naturf. Ges. Basel. 27, p. 166. 1917.

lich denen des nördlichen Tessinermassivs glichen. Die wesentlichen regional metamorphen chemischen Umwandlungen der Gesteine gehen der Hauptphase des Zusammenschubs voraus und sind daher im jetzigen Adulamassiv sehr wechselnd, während die nach Abschluß der Gebirgsbildung einsetzende Mineralbildung in Klüften im ganzen Massiv übereinstimmt, nach Norden und Süden aber seltener wird.

Man könnte einwenden, daß ebenso wie die Mineralbildung in den Klüften ganz vom Gestein abhängt und mit dessen chemischer Beschaffenheit variiert, daß ebenso die Verschiedenheit im Metamorphismus der Gesteine im Valser Tal auf verschiedener chemischer Zusammensetzung beruht. Es bestehen aber zwischen den Kalkglimmerschiefern und zwischen den dicht nördlich davon gelegenen andersartig metamorphen Liasschiefern des Scopi keine wesentlichen chemischen Unterschiede. Kalkglimmerschiefer haben nach den Analysen von L. Hezner[1]) an Material des Simplonmassivs: 30—55 % $SiO_2$, 14—30 CaO, 8—12 $Al_2O_3$; die Knotentonschiefer des Scopi nach W. v. Holst-Pellekan[2]): 45—53 % $SiO_2$, 6—22 CaO, 7—12 $Al_2O_3$. Immerhin wäre im Valsermassiv allein der Nachweis, daß die Hauptzüge des Gesteinsmetamorphismus aus der Zeit vor dem Deckenschub stammen, nicht ganz sicher zu erbringen. Doch die Vergleichung des Metamorphismus chemisch gleichartiger Gesteine in getrennten Massiven, z. B. Aare—Gotthard—Tessinermassiv, auf der Linie Altdorf—Locarno und dann in den Decken des Oberengadins usw., wo dieselben chemisch gleichartigen Gesteine jetzt dicht nebeneinander denselben völlig verschiedenen Grad des Metamorphismus zeigen, den sie in den oben erwähnten getrennten Massiven besitzen, beweist, daß die regionale Gesteinsmetamorphose dem Schub voranging; sie war ein Teil der Gneißmetamorphose.[3])

Folgen wir der Terminologie von E. Argand,[4]) so ist die Zeit der Mineralklüfte postinsubrisch zu nennen. Also sind in den Gesteinen des Adulamassivs folgende Metamorphosen vor sich gegangen:

1. Eine oder mehrere jetzt aber nicht mehr unterscheidbare Greißkontakt-Intrusionsmetamorphosen, die bis zum Permokarbon und unterer Trias reichen. Diese klingen langsam als weit ausgedehnte Regionalmetamorphose ab, die zeitlich im Tessinermassiv bis über das Ende der Jurazeit, bis in die Zeit der beginnenden allmählich stärker werdenden Gebirgsbewegungen reicht.

---

[1]) Zusammenstellung der Resultate usw. von U. Grubenmann und L. Hezner, Vierteljahrschr. der Naturf. Ges. Zürich. **61**, p. 149. 1916.

[2]) W. v. Holst-Pellekan, Geologie der Gebirgsgruppe des Piz Scopi. 1913.

[3]) Vgl. auch Zeitschrift der Deutschen geol. Ges. 1912, p. 518.

[4]) E. Argand, Eclog. geol. helv. **14**, p. 145. 1916.

2. Die Bewegungen werden immer stärker und verursachen eine Dislokationsmetamorphose (Mylonitisierung), in Verbindung mit einer Dynamo- oder Teleintrusionsmetamorphose, welch letztere entweder noch mit (1) zusammenhängt oder durch eine neue fernabliegende Intrusion bedingt sein mag. Diese Erscheinungen umfassen die Zeit des orogenetischen Paroxysmus, des Deckenschubes usw. bis zum mittleren Oligocän.

3. Eine Fortdauer der Dynamometamorphose beim Ausklingen der Gebirgsbewegung, die kleinere offenbleibende Klüfte aufreißt. Das ist die Zeit der Entstehung der alpinen Mineralien; sie endet im Miocän.

Da gleiche chemische Konzentration, Temperatur und Zeitdauer der Erhitzung und Abkühlung gleiche Kristallisationsprodukte geben müssen, finden wir in den Gesteinen des Adulamassivs dieselben Kluftmineralien wie in chemischen verwandten Gesteinen anderer Massive. Das ist im einzelnen weiterhin ausgeführt.

Die im folgenden gebrauchten Abkürzungen sind in der „Einleitung" erläutert. Die Angaben des Habitus und einzelner Flächen beruhen meist auf Messungen mit Reflexionsgoniometer.

### Adulagneiss.

Das Gestein gehört zu den Mischgesteinen. (Sign. auf Hauptkarte rot, schwarz schraffiert.)

1. **Rauchquarz** (1) H 5 a: c = 1 : 4, kurze Prismenflächen, durch Zuspitzung in Treppenform rauh. **Calcit** (2) sp. oder fehlend, kl. H 5. (Piz Frunt).

2. **Quarz** (1) a: c = 1 : 6, H 3. Chlorit (2) (V. Nova bei Lampertschalp).

3. u. 3'. **Fluorit**. H 1, rosa, gr. in 3'. Fluorit, rosa, H 1 und blau, H 2, meist getrennt, aber auch H 2 über H 1 gewachsen. (Piz Frunt.)

4. **Rauchquarz** (1), H 5. **Fluorit** (2), gr. H 1, rosa, auch blau, H 2. Beide Varietäten meist getrennt. (Piz Frunt: In Sammlungen mit „Vals" oder „Vrin" bezeichnet.)

4'. wie 4. H 5, dazu gut ausgebildet (51$\bar{6}$1) und (15,0,$\overline{15}$,4). **Calcit**, H 4. — D. Wiser (N. J. f. Min. 1861, p. 672) beschreibt Rauchquarz und Flußspath vom Weg „von Vrin auf die Greina", die unzweifelhaft diese Vorkommen 4 sind.

5. **Adular** (1). H 1. **Quarz** (1a). **Danburit** (2) mit (100) (110) (212); (120) (010) (011) [111] [650?], den V. Goldschmidt[1]) beschrieben hat, überzieht die Mineralstufen, auch gebrochene ausgeheilte Quarzkristalle. **Chlorit** (2). (Lampertschalp, etwa eine Stunde von der Alphütte, genaue Lage der Fundstelle mir unbekannt.)

6. **Quarz** (2). **Fluorit** (3), rosa, H 1, gr. Epidot (1), häufig in Reihen ∥ b verwachsen, tafelig nach M und T (bei Leis).

7. auf mylonitisiertem Aplit: **Rauchquarz** (1). **Beryll** (1), von J. Koenigsberger[2]) beschrieben, blau (10$\bar{1}$0) (0001) (11$\bar{2}$0) (10$\bar{1}$1). (Piz Frunt, Lampertschalp.)

---

[1]) V. Goldschmidt, Danburit von P. Casanell im Peterstal. Ztrbl. f. Min. 1904, p. 725.

[2]) J. Koenigsberger, Beryll aus dem Valser Tal. Eclog. geol. helv. 9, pag. 438. 1907. Es ist noch nachzutragen, daß n. auffallend hoch = 1,588, und viele Bruchstücke zweiachsig sind. Doppelbrechung $\varepsilon - \omega = 0{,}006$.

8. **Quarz** (1). Anatas (2), H 3, dunkelblau. Chlorit (3), dunkelgrün. (Piz Frunt, Nordseite.)

9. **Rauchquarz** (1). Adular (1), sp. Pseudomophosen von Brauneisen nach Pyrit (?) (1), Calcit (2), H 4. Anatas (3), H 1, blau gestreift, sp. (Piz Frunt, zwischen den beiden Gipfeln.)

10. **Quarz** (1). Hämatit (2), sp., H 1 und Rosetten. Rutil (2), auf dem Quarz als ganz kleine Säulen, ssp. (Vernok, A. Padonatsch auf kurzen, engen Klüften.)

11. **Rauchquarz** (1) oder **Quarz** (1) mit Einschlüssen von dunkelbraunen Nadeln, die meist ausgelaugt sind und in deren Hohlraum bisweilen kleine Turneritkristalle sitzen. Turnerit (2), gr., in dicken Kristallen oder vierkantigen an einer Ecke abgestumpften Tafeln: H 1 und H 4. Chlorit (3). (Dachberglücke.)

12. **Quarz** (1), schwach rauchbraun; Bruchstücke, auf denen sehr kleine (0,5 mm) Kristalle eines quadratischen Minerals sitzen, das || (110) spaltet, mit starker Doppelbrechung, $n_1$ etwas $> 1,7$, $n_2$ erheblich größer $> 1,7$, einachsig, optisch positiv; in Säuren unlöslich, wohl Xenotim. Fundort angeblich A. Padonatsch.

Die meist sehr schmalen, 10—20 cm hohen, aber weit bis über 20 m ausgedehnten Klüfte stehen vertikal, wo der Adulagneiß horizontal liegt. Die Klüfte haben häufig nur wenig Quarzband; die Mineralien sind auf ausgelaugtem, löcherigem Gestein, dem Quarz, Glimmer, auch Orthoklas geblieben sind, aufgewachsen. Quarz herrscht vor, da das Muttergestein sauer ist. Die Klüfte reichern sich an leicht löslichem Fluorit und Borsilikaten an, soweit diese im Gestein vorhanden sind. Die Assoziation von 1.—4. gleicht der im Aaregranit (1' des Hauptverz.); 6. entspricht etwa 1 und 1' des Aaregranits im Hauptverz.; 5. ist dem Vorkommen 7'' im Gotthardgranit am P. Vallatsch verwandt; 10. dem 4' im östlichen Aaremassiv; 8. gleicht dem Vorkommen am Galenstock 1'a; 9. und 11. weisen darauf, daß im Adulagneiß Serizitschiefer und -gneiß mit eingepreßt sind, denn das sind Assoziationen, die wir in den West- und Ostalpen nicht in Granit oder Orthogneiß, sondern stets nur in Serizit- und Glimmerschieferkomplexen finden.

Der Gneiß 1.—4'. ist normaler Eruptivgneiß, bei der Deckenbildung ausgewalzt, hat Muskovit, keinen Biotit; als sekundäre Produkte: Epidot und Phengit. Der Kalifeldspath ist Mikroklin. Oligoklasalbit sowie Albit spärlich. Quarz in der Granit entsprechenden Menge. Das zersetzte Gestein zeigt als Neubildung: Muskovit, Quarz, auch etwas Adular und Eisenoxyd.

## Piz Aul.




Großes Quarzband A—A mit den Mineralfundstellen am Fuße der Westwand des Piz Aul, nahe bei Fuorcla Patnaul. (Vgl. Text p. 16.)

B. Kluft mit den von U. Grubenmann beschriebenen Quarzkristallen mit Rutileinschluß.

C. Klüfte mit Anatas und Brookit usw. (Vgl. p. 16.)

Die Klüfte sind Erweiterungen von kurzen senkrecht zur Schieferung des Gesteines und senkrecht zum Quarzband A.A. verlaufenden Spalten, die ihrerseits wieder größtenteils von Quarzband ausgefüllt sind oder sie liegen in Lücken des Quarzbandes AA Bisweilen findet man aber auch in Höhlungen des Quarzbandes, das derber kristallisierter Quarz ist, schön kristallisierte Mineralien derselben Zusammensetzung und Ausbildung, wie in der Kluft. Im Band sind bisweilen auch einige der häufigsten Kluftmineralien, z. B. Calcit, in derben Massen ausgeschieden.

Die beistehende Aufnahme wurde von Dr. K. Hager in Disentis freundlichst zur Reproduktion überlassen. Die Grenzen des Quarzbandes sind von mir durch schwarze Umrandung hervorgehoben.

## Glimmerschiefer.

(Signatur auf Hauptkarte gelb, schwarz schraffiert. Dies Gestein ist wahrscheinlich permokarbonisch.)

1. **Quarz** (1). Anatas (2), H 1 — H 2, kl. Rutil als Sagenit (2). Chlorit (3), dunkel. (P. Terri, V. Blengias.)

2. **Quarz** (1), mit spärlichen eingewachsenen Rutilhaaren. **Calcit** (2), H 5, corrodiert. (Faltschonahorn gegen Piz Aul.)

2'. **Quarz** (2), **gr.** — **Rutilhaare** in und auf Quarz (1), auch als Füllmasse in der Kluft. Calcit (2), H 7, Parallel-Verwachsungen. Chlorit (3), grün, sp. Adular (1), H 1 — H 4, sp. Pyrit (2), sp., H 1 (Piz Aul.) U. Grubenmann[1]) hat die schönen großen Rutilquarzkristalle dieses Fundortes, von denen das größte Exemplar in der Sammlung des eidgen. Polytechnikums in Zürich 32 cm Höhe und 42 cm Umfang hat, eingehend beschrieben. Die Mineralkluft hatte etwa 60 cm Querabstand, mit Kluftflächen von über 10 × 20 m. (II b. 2' Hptv.)

3. **Quarz** (2). Turnerit (1) als Überzug auf Quarz in sehr kleinen Kristallen. Turmalinnadeln in Quarz (1). (A. Padonatsch, genaue Lage der Fundstelle mir unbekannt.)

4. **Quarz** (1). Calcit (3), H 7, als wulstige, corrodierte Rhomboeder (— 1/2 R.), die für die ganze Fundortreihe am Piz Aul charakteristisch. Adular (1), H 1, kl. Pyrit (2), H 2, kl. Anatas (2), H 2, gr. Chlorit, fahlgelbgrün, die für Anatasfundorte charakteristische Farbe. Crichtonit, große Basistafeln in Quarz. Brookit (2), H 4, ssp. (Piz Aul. Breitengrat am Piz Aul.) Klüfte 10—60 cm hoch, daneben viel Quarzband. (II b. 3' Hptv.)

4'. **Quarz** (1). **Anatas** (2), H 2, gr. Rutilhaare (1) im Quarz spärlich. Brookit, sp., dünne Tafeln. Adular, Pyrit, Calcit, wie oben aber spärlicher. (Piz Aul.)

4''. wie 4., aber Calcit fehlt und Adular ist spärlich. (Brandegg bei Tamül. Weißenstein bei Vals in demselben Gestein wie am Piz Aul. St. Martin nördlich von Vals.)

5. **Quarz** (1), flach nach einem Prisma. **Brookit**, H 4, gr. z. T. halb in Quarz eingewachsen. Calcit in flachen Tafeln nach (0001). Adular, sp. Rutilhaare, ssp. Pyrit, sp. Chlorit, ssp. (Piz Aul.) (II b. 3' Hptv.)

5'. wie 5. Chlorit, reichlicher. (Thusis, Fürstenaubruck, in echtem Bündnerschiefer.)

Die Typen 2', 4, 4', 5 stammen von dem Fundort am Piz Aul. Dort liegen in einer Quarzader, die über 100 m lang, etwa WNW—OSO streicht, aufeinanderfolgend die Klüfte. Zu unterst die große Rutilquarzkluft 2 (B), dann 4, 4', 5. Die große, 1—2 m breite Quarzader AA der Abbildung p. 15 liegt senkrecht zur Schieferung und fällt unter etwa 60° nach ONO ein. Senkrecht zu ihr und zur Schieferung fast vertikal gegen ONO gerichtet stehen 4 kurze (3—10 m hohe) Mineralklüfte B, C mit ihren kleineren Quarzbändern, die seitliche Äste der Hauptquarzader sind. Man sieht drei Klüfte gut auf dem beistehenden Bild, das Dr. K. Hager in Disentis aufgenommen hat und für diese Veröffentlichung freundlichst zur Verfügung stellte.

Die Mineralien sind auf dem Gestein im Raum zwischen Band und Gestein aufgewachsen. Wenn bei 4' und 5' auf den Stufen im Museum die

[1]) U. Grubenmann, 101. Neujahrsblatt d. Nat. Ges. Zürich. 1899.

Titanmineralien überraschend reichlich erscheinen, so darf man nicht vergessen, daß in der Natur der derbe Quarz in der Kluft als Band weitaus vorwiegt. $SiO_2 : TiO_2 = 1000 : 1$. In der Kluft 2', in welcher die Quarzkristalle, verglichen mit den Titanmineralien (Rutilhaaren) in der Kluft am reichlichsten vorkommen, nimmt das Band den kleinsten Raum ein. So verschiedenartig sich auch auf den Museumsstufen die vier Fundorte darstellen, so ist doch die gesamte Paragenese und deren chemischer Bestand, wenn man das Quarzband einrechnet, recht gleichartig. — Die drei Modifikationen des Titandioxyd, Rutil, Anatas, Brookit, kommen in der Kluft 4' auf derselben Mineralstufe vor und sind miteinander verwachsen, wie das auch schon anderorts, z. B. im Grieserntal, beobachtet wurde. Rutil scheidet sich am Piz Aul wie anderwärts als erstes Mineral, gleichzeitig mit Quarz aus, und wächst bis zum Ende der Quarzkristallisation und darüber hinaus, etwa im Temperaturintervall von 500°—250° C. Brookit ist in den obersten Schichten des Quarz eingewachsen oder sitzt auf den ausgebildeten Quarzkristallen, reicht also etwa 350°—250°; Anatas ist das jüngste der drei Mineralien in einem Temperaturinterwall etwa 320°—240°. Meist pflegt Adular den Anatas, etwas weniger häufig Albit den Brookit zu begleiten. Anatas ist am Piz Aul wie in den ganzen Westalpen mit Tafeln von Titaneisen, Crichtonit, der im Quarz eingewachsen, assoziiert. Chlorit ist am Piz Aul (wie im Grieserntal) in den Klüften mit Anatas häufiger, hat eine gelbgrüne, auffallend helle Farbe, an der ein Mineralsucher sofort erkennt, daß die Kluft Anatas enthalten wird.

In welcher Form das Titanoxyd — die Kluftmineralien Rutil, Anatas, Brookit — im Gestein vorhanden war, ob es im Glimmer chemisch gebunden oder in feinen Rutilnadeln kristallisiert war, ließ sich vorläufig nicht ermitteln, ebensowenig die Ursache, warum die drei Formen des Titanoxyd meist getrennt aber doch an nahe benachbarten Fundorten vorkommen.

Der Fundort 5' gehört weder geologisch noch petrographisch in die Zone der Glimmerschiefer des Piz Aul; die mesozoischen Bündnerschiefer von Thusis sind chemisch durch einen geringen Karbonatgehalt ausgezeichnet, der den paläozoischen Glimmerschiefern fehlt. Doch ebenso wie ein mesozoischer und paläozoischer Kalkstein, ein Hornblendeschiefer sedimentären und eruptiven Ursprungs gleiche Kluftmineralien führt, trifft das hier für Glimmerschiefer und Bündnerschiefer zu.

Calcit ist unter den Kluftmineralien im Glimmerschiefer reichlicher vertreten als im Adulagneiß, muß aber mit der Gesamtmasse des Quarz in der Kluft verglichen werden, und da ist die Kalkspathmasse gering: $SiO_2 : CaCO_3 \leq 0{,}005$.

## Glimmergneiss — Glimmerschiefer.

Diese Gesteine gehören zu den älteren metamorphen Schiefern der Hauptkarte. (Signatur gelb.)

1. **Quarz** (1). **Adular** (1), H 1, nach b langgestreckt, gedrehte Flächen. Anatas (2), H 1, gr., rot, z. T. in Rutil umgewandelt. Chlorit (3), gelbgrün. (Fanella nördl. Bach. Enge Klüfte von geringer Ausdehnung.)

1'. wie 1., dazu Pyrit (2), H 1, verzerrte Flächen. (Fanella südl. Bach.)

2. wie 1., dazu auf Quarz weiße, einen Kern mit Chloriteinschluß bergende kleine Adularkristalle, H 1. (Fanella nördl. Bach.)

3. wie **Quarz** (1). Adular (1), H 1, korrodiert. Anatas (2), H 1. Rutil (2) in Sternen von kurzen, sehr kleinen Kristallen, H 1 (?). (Fanella.)

4. **Quarz** (1), hauptsächlich als Quarzband. Albit (1), H 1 und H 7. Monazit (2), H 3, kl. (unter A. Moos, enge, kurze Klüfte).

4'. **Quarz** (1), hauptsächlich als derbes Quarzband. **Anatas** (2), H 1. Crichtonit (1) in derben Tafeln im Quarz. Monazit (2), gr., H 5. Brookit (2), sp., H 1, z. T. korrodiert, Turmalinnadeln (sog. Turneritnadeln) (1) in Quarz,[1] O. dunkelbraun, E. gelbbraun (über A. Moos. Enge Kluft). Von hier vielleicht Turnerit von „Vals", den H. L. Borman (Zt. f. Krist. **33**, p. 121. 1900) beschrieben hat.

5. **Quarz** (1), kl. **Rutil** (1), H 1, dunkel. Pyrit (2), H 1, kl. Calcit (2), korrodiert. (A. Leiß, große schmale Klüfte.)

6. **Quarz** (1). **Anatas** (1), H 4, schwarz. Albit (1), sp., kl. (A. Leiß. Kluft 50 cm hoch, über 30 qm Fläche.)

7. **Quarz** (1), kl. **Granat** (1), rot, H 1, stark korrodiert. Chorit, hellgrün in Quarz. **Adular** (1), H 1, sp., kl. (A. Leiß in Kontaktscholle im Gneiß. Kluft 10—20 cm hoch.)

8. **Quarz** (1) mit Chloriteinschluß. **Epidot** (1), gelbgrün in Reihen. **Fluorit**, H 1, rosa, gr. Sphen, sp., schlecht ausgebildet. (Fundort mir nicht genau bekannt.)

Die Paragenese 1—6 gleicht der in den sog. Bündnerschiefern des Gotthardmassivs bei Perdatsch, Val Nalps, die ihrerseits in den Kluftmineralien, den Serizitschiefern des Aaremassivs nahe steht. Hier wie dort ist Quarzband band zu sehen. Das Vorkommen 4' ist ganz ähnlich dem von A. Lacroix[2]) beschriebenen aus Glimmergneißen vom Glacier de la Meije bei la Grave, dieselben Mineralien in fast gleicher Ausbildung. — Es entsprechen 1., 2. = II b, 3. des Hauptverzeichnisses; 3. = 3'. (ohne Brookit); 4. = 6'a., nur fehlen Eisenspath und Rutil; 4'. etwa 6''''; 5. ist in den Ostalpen häufiger; 6. = 4'''.

Der Grundzug der Paragenese ist wie beim Glimmerschiefer Vorwiegen von Quarz, das stärkere Auftreten von Titanoxyd (etwa 0,05—0,5 % der Quarzmenge), von kleinerem Adular und Albit (1—10 % des Quarz).

---

[1]) Diese Turmalinnadeln, die bis 1 mm dick, schlecht ausgebildet, im Quarzband, auch in Quarzkristallen in der Nähe des Monazit eingewachsen sind, färben häufig, ähnlich wie Zirkon, die anliegenden Quarzteile rauchbraun. Sie enthalten also nach den Versuchen von C. Doelter, R. Brauns u. a. zu urteilen, wohl etwas radioaktive Substanz.

[2]) A. Lacroix, C. R. **22**. 1429. 1896.

Vorkommen 7. gehört, wie aus den kleineren Granaten im Gestein selbst zu ersehen, einer resorbierten Sedimentscholle im Glimmergneiß an. Ebenso entspricht 8. einer basischen Schliere, wahrscheinlich entstanden aus einer aufgeschmolzenen kieselsäureärmeren Sedimentscholle.

Die Klüfte stehen, da der Glimmergneiß über weite Strecken horizontal liegt, vertikal, streichen etwa N—S.

Der Glimmerschiefer von 4. ist ein Mylonit; der Phengit zu Ende der Deckenbildung entstanden, ist nur wenig gekrümmt und randlich etwas zerfetzt. Der Kalifeldspath ist Orthoklas, der ebenso wie Quarz und Oligoklas stellenweise gehäuft ist. Das Gestein ist durch die Gneißintrusion bei hoher Temperatur wohl aus Arkose umkristallisiert, viel später bei der Deckenbildung mylonisiert und dynametamorphosiert.

Der Glimmerschiefer von 6. führt überwiegend Phengit, daneben Mikroklin, Oligoklas, Quarz, Eisentitanoxyd. Im Glimmergreiß von 7. ist Epidot reichlich, daneben Orthoklas, Oligoklasalbit, Quarz. Granat ist seltener und umkristallisiert.

## Grünschiefer.

Diese Gesteine gehören zu den basischen Eruptiva und Aufschmelzungssedimenten.
(Signatur auf der Hauptkarte grünschwarz schraffiert.)

1. **Albit** (1), H 6 und 7, gr. **Adular** (1), H 1. Meist Adular und Albit verwachsen, in der Weise, daß die Albitzwillinge, in dem Adular eingeklemmt sind und die Prismenflächen aller nahezu gleichzeitig einspiegeln. Die Verwachsung verdient ein genaueres Studium. Sphen (2), H 3, sp. Calcit (3), derb. Chlorit (4), grün. Amianth (2). Alp Rischuna, Buccarischuna; das von P. v. Groth, Zt. f. prakt. Geol. 1917, p. 174, erwähnte Vorkommen.

2. **Albit** (1), H 6 und 7, gr., mit (1$\bar{3}$0), seltener mit (0$\bar{2}$1), sehr selten (11$\bar{1}$)? Hornblende (1), dunkelgrün-schwarz (**110**) (110), in dünnem Quarzband spärlich, als Nadeln auf und in Albit, sowie dicke Büschel. (Marchegg.)

3. **Epidot** (1), schlecht ausgebildet (100) ($\bar{1}$01) (10$\bar{2}$) (001). Adular (1), H 1. Sphen (2), gelbrote, ganz dünne Blätter. Eisenglanz (2), in schlecht begrenzten, sehr dünnen Blättern. Chlorit (3). Quarz (1—2), sp. (Peiler Tobel.)

3'. **Epidot** (1), schlecht ausgebildet. **Sphen** (2), H 1, gelbrot, sehr dünn, gestreckt und zerfasert nach b. Hornblendenadeln (1), dunkelgrün. Quarz (1). (Alp Moos.)

4. **Quarz** (1), in langen, z. T. damaszierten Kristallen, durch Calcit abgeschnitten. Calcit (2), in schlecht begrenzten Basistafeln. Chlorit (3). Pyrit (2), sp. (Südlich Piz Aul.)

5. **Epidot**, schlecht ausgebildet. Nadeln zu derber Masse verwachsen, gelbbraun. (Peiler Bach.)

Alle Fundorte zeigen etwas Quarzband.

Ebenso wie geologisch-petrographisch (vgl. pag. 10) die Grünschiefer von Vals keine einheitliche Gruppe sind, sondern in Amphibolschiefer, Hornblendeschiefer, eigentliche Grünschiefer (metamorphe Gabbro) usw. zerfallen, sind in der Mineralparagenese die entsprechenden Gruppen zu unterscheiden. 4. gehört zur Paragenese der Amphibolite (IIIa. 12 d. Hptv.), 2., 3., 3'., 5. zu der der Hornblendeschiefer, wobei 2. = IIIa. 13; 3. und 3'. = IIIa. 12—1 im metamorphen Gabbro IIIb. 1 d. Hptv.

### Dolomit.

1. **Dolomit** (1), $(10\bar{1}1)$, z. T. klein. Calcit (2), H 3. Rutil (2), in Sagenitnetzen und als dickere Nadeln, H 1. (Piz Frunt, in kleinen drusenähnlichen Klüften.)

2. **Adular** (1), gr., H 1 und Vierlinge von H 1. Albit, gr., H 1 und 6. Dolomit, H 1. (Leiß, IVa. 5''' d. Hptv.)

3. **Quarz** (1), gr. kl. mit H 5, dazu $(30\bar{3}1)$; $(51\bar{6}1)$ $[90\bar{9}2]$, ohne $(50\bar{5}3)$. **Pyrit** (2), H 3, sehr groß bis 7 cm Durchmesser. (A. Monteraccio an der Greina in kleinen kurzen Klüften.)

Bei Fundort 2. und 3. sieht man Quarzband, bei 1. fehlt es, ebenso wie bei 1. in der Kluft Kieselsäuremineralien fehlen.

Diese Paragenese gleicht etwa der normalen des nördlichen Tessinermassivs des Simplon und der Tiroler Alpen. Eine Konzentration seltener Mineralien, wie bei Imfeld oder Campolungo fehlt. Die Abwesenheit von Korund in 2. zeigt, daß dort der Prozentgehalt an Kieselsäure höher war als in Campolungo, so daß Adular auskristallisierte.[1]) Die selteneren Bestandteile, die für die Bildung sulfidischer Erze bei Imfeld nötig waren, fehlen. Die Umkristallisation des Dolomits selbst ist auch nicht so weit gehend, wie an den zwei obgenannten Fundorten.

### Kalkglimmerschiefer.

1. **Quarz** (1), derb. **Calcit** (2), etwa H 8, aber schlecht ausgebildet und abgerundet, Margarit sp. — s. w. P. Alpettas.

Die Paragenese ist dieselbe wie im Gotthardmassiv (IVb. 1 d. Hptv.).

### Einlagerung im Kalkglimmerschiefer (Glimmergneiß bis Orthogneiß).

1. **Quarz** (2) und Rutil in Quarz. Eisenglanz (2), H 1 und H 2. Adular (1), H 1, kl. Pyrit (1), H 1. Anatas (3), H 2, sp. Chlorit (3), grün. — n. ö. P. Seranastga.

Diese Paragenese ist verwandt derjenigen von Glimmerschiefern des Binnentals und der Corneraschiefer des Gotthardmassivs (IIb. 8 d. Hptv.)

---

[1]) Vgl. die Synthesen von E. Baur, Zt. f. Elektrochem. **72**, p. 119, 1911 und P. Niggli und M. Schlaepfer, Zt. f. El. **87**, p. 52. 1914.

## II. Fluoritvorkommen in der Schweiz (nördlich der Alpen).

E. Bächler[1]) erörtert in seinen Untersuchungen über Mineralien im Säntisgebirge und dem St. Gallischen Rheintal, wie Fluorit und Calcit, die sich dort in Höhlen finden, entstanden sind.

Pneumatolytische Vorgänge oder Lateralsekretion sind möglich. Bächler neigt jetzt zu der letzteren Annahme. 1914 habe ich vergleichende Beobachtungen angestellt, um weitere Gesichtspunkte zu gewinnen.

In Kalksedimenten außerhalb der Voralpen findet man Fluorit nur selten (vgl. die Zusammenstellung bei K. Andrée[2]). Die Steinbrüche von Muttenz bei Basel und Riedlingen bei Kandern sind die wichtigsten nächstliegenden Vorkommen. Dort ist aber die Menge dieses Minerals klein verglichen mit der in den Fundstellen am Säntis und in den Voralpen. (Diese Vorkommen liegen alle südlich einer Grenze, die etwa von St. Gallen nach Grindelwald geht.)

Der Flußspath im Säntisgebiet verteilt sich nach der Veröffentlichung von E. Bächler und nach den freundlichen Angaben von O. Köberle in St. Gallen auf Valangien, Neocom, Schrattenkalk, Gault. Im Seewerkalk ist noch kein Flußspath gefunden. A. Heim[3]) betonte die Häufigkeit der Flußspathvorkommen im Valangien, die nicht nur auf die guten Aufschlüsse in diesen Schichten zurückzuführen ist, da im Säntisgebiet die freie Oberfläche des Schrattenkalkes nicht minder groß ist.

Das Valangien ist die unterste Stufe der sichtbaren Kalksedimente im Säntis, der Seewenkalk die oberste. Die berühmte Fundstelle von der Oltschenalp, ebenso wie die benachbarte alte „im Ruun“ bei Brienz, liegen nach E. v. Fellenberg[4]) im hellgrauen Malm des oberen Jura, die tiefste dort aufgeschlossene Kalkschichte. Also ist möglicherweise statt des Alters der Schicht oder ihrer Zusammensetzung die Lage im Verband maßgebend. Die größten und häufigsten Vorkommen sind jeweils in der tiefsten sichtbaren

[1]) E. Bächler, Jahrb. St. Gallen naturwiss. Gesellsch. 1904, p. 239 und 1913. **53**, p. 72.

[2]) K. Andrée, Tscherm. min. Mitt. 28, p. 535. 1909.

[3]) A. Heim, Das Säntisgebirge. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, N. F. Lief. 16. Bern 1905. — Verwandt sind die Vorkommen im Guttensteiner Kalk in Salzburg (vgl. C. Hintze, Handbuch, Bd. I, p. 2450.

[4]) E. v. Fellenberg, Mitt. nat. Ges. Bern 1890, p. 202 und E. v. Fellenberg und C. Schmidt, Beitr. 2. Geol. Karte der Schweiz. Lief. 21, p. 294. Bern 1893.

Schicht. An der Oltschenalp, wie im Säntis, stehen die Flußspath führenden Spalten, angenähert in Vertikalebenen, in Schloten, auf deren Wänden die Mineralien aufgewachsen sind und deren Hohlraum teilweise von dunkeln Letten oder Lehm erfüllt ist.

Beachtenswert ist die Anhäufung von **Flussspath** an bestimmten Stellen des Säntisgebirges und dessen Fehlen an anderen Orten. So überwiegt z. B. in der schönsten Fundstelle des Säntis, der Höhle von Dürschrennen, der Flußspath weit gegen Kalkspath; er ist das erste, unterste Mineral. Man findet ferner fast nur Flußspath in der unmittelbar benachbarten Flußspathgrotte, westlich der Dürschrennenhöhle, die möglicherweise einer Verzweigung derselben Spalte zugehört. Zehn Meter unterhalb, in derselben Spalte, enthält aber eine Erweiterung, das Calcitloch, nur Calcitkristalle. Am Weg. der vom Escher nach dem Seealpsee führt, etwas unterhalb des Weges, der etwa 10 Minuten vom Escher in den Wald tritt, sieht man ganz kleine Spalten, die ausschließlich hellgrünen Flußspath führen. Würde das Gestein am Ort ohne Zufuhr fremder Stoffe ausgelaugt, so müßte auch Kalkspath reichlich in diesen Klüften vorkommen.

In den meisten größeren und kleineren Spalten, auch in einer an Lysengrat schön sichtbaren kleinen Überschiebungsfläche, findet man dagegen nur reinen, weißen **Kalkspath** ebenso in der sehr großen Kristallhöhle bei Kobelwald im Rheintal. Solche nur Kalkspath führende größere und kleinere Höhlen sind in den Alpen zahlreich; aus der Zentralschweiz seien nur die Fundorte Kridenloch und Windloch bei Unterschächen, Schafalp im Ferdental, Altekirche bei Andermatt erwähnt; aus der Umgebung des Säntis z. B. in der Molasse dicht bei St. Gallen, am Leimensteg bei Teufen, in den Teufelsmauern bei Waldstatt.

Da wo Kalkspath und Flußspath am selben Ort vorkommen, pflegen gleichwohl beide Mineralien gesondert zu sein. Im Montlingerberg stehen die Kalkspath führenden Adern steil; der Flußspath findet sich in besonderen kleineren Hohlräumen mit wenig, auf ihm aufgewachsenen Calcit. In Muttenz führen einige Drusen fast ausschließlich Flußspath, andere nur Kalkspath.

**Quarz** als Kluftmineral im Säntisgebirge ist selten, obgleich $SiO_2$ in keinem Kalk fehlt. Nach der von E. Bächler gegebenen Analyse enthält das Valangien der Dürschrennenhöhle 1,66 % $SiO_2$. Gleichwohl kommt nur sehr kleiner Quarz in der Gesteinskruste an der Höhle umkristallisiert vor (E. Bächler, loc. cit. p. 286).

Bächler hat die Sukzession als Kriterium herangezogen, um zu entscheiden, ob einmalige Ausscheidung aus sich abkühlender Lösung oder wieder-

holte, wie z. B. bei Erzgängen, statt hatte. An der Dürschrennenhöhle, wo Flußspath überwiegt, ist die Sukzession: 1. Flußspath, 2. Kalkspath. Wo etwas Quarz in der Kluft sich findet,[1]) ist die Sukzession häufiger, 1. Kalkspath, 2. Quarz, als umgekehrt. Wo, wie z. B. bei Montlingen, Calcit und Fluorit in gleicher Menge auftreten, ist Fluorit auf Calcit aufgewachsen. In den alpinen Mineralklüften dagegen, in denen Quarz weit überwiegt, Fluorit spärlich ist, folgen Calcit und Fluorit, beide etwa im gleichen Kristallisationsintervall, auf Quarz; also umgekehrt wie die Sukzession am Säntis.

Demnach ist offenbar das Concentrationsverhältnis für die Succession mit maßgebend. Man kann wohl einmaligem Absatz der Mineralien im Säntis, gleich wie in den alpinen Vorkommen folgern, aber noch keinen sicheren Schluß ziehen auf das Wirken derselben Ursache, wie in den Zentralalpen: auf laterale Sekretion mit Zufuhr lediglich von $H_2O$, $CO_2$, etwas $\dot{Cl}$ und $\overline{\dot{S}\dot{O}_4}$.

Bächler diskutierte zwei Möglichkeiten der Entstehung des Fluorit und Calcit als Kluftmineralien: erstens, daß Fluorit bzw. Fluor durch pegmatisch-pneumatolytische Vorgänge, Dämpfe oder Lösungen, aus der Tiefe heraufgebracht wurde; zweitens, daß Fluorit ebenso wie Calcit aus den Sedimenten stamme, in deren Spalte und Höhlungen er gefunden wird, also durch Lateralsekretion entstehe.

Ich glaube, daß wahrscheinlich eine Kombination beider Anschauungen zutrifft. Wässerige und Kohlensäure führende Lösungen reicherten sich in größerer Tiefe der Kalksedimente, wo diese stärker erwärmt und zerrüttet waren, an Fluorcalcium an, stiegen auf den Vertikalspalten empor, füllten die größeren Hohlräume aus und setzten dort während der Abkühlung Fluorit ab. Wäre Lateralsekretion aus dem anstoßenden Gesteine die Ursache, so müßte das Gestein in der Umgebung der Fundstelle an Fluor wesentlich reicher sein als anderwärts. Durch die wertvollen Analysen, die E. Bächler, loc. cit. p. 275 und 276 angibt, ist aber festgestellt, daß das Gestein schon in geringem Abstand von der Höhle Fluor „kaum in Spuren" führt, daß das Randgestein der Höhle dagegen 34 % Fluorit enthält, während in der Höhle selbst zurzeit gewaltige Massen von reinem Fluorit abgesetzt lagen. Das weist auf Zuführung Fluorit reicher Lösungen von außerhalb. Das Fluor kam aber wahrscheinlich nicht aus großen Tiefen oder aus granitischem Magma unter den Sedimenten; denn sonst müßten, wie Bächler hervorhob, die zwei oder

[1]) Als Fundorte sind mir bekannt: Fuß der Südwand des Öhrlikopf gegen die Öhrligrub und am Weg von Weesenalp nach Geißplatte (dicht vor den Pygurus rostratus-Schichten, vgl. Geologische Karte von Alb. Heim), beide im Valangien, und ferner im Seewerkalk am Säntisgipfel.

drei Fluorit führenden Dislokationsklüfte, die nach den Überschiebungen entstanden sind, alle Decken durchsetzen, und das ist unwahrscheinlich. In den zentralalpinen Mineralklüften der Granite, Gneiße usw. findet man nur recht geringe Fluoritmengen, obgleich dort tiefgehende Spalten und größere Nachbarschaft junger granitischer Magmen viel eher anzunehmen wären. Demnach muß man wohl annehmen, daß nach den Überschiebungen Wasser in den erwärmten Sedimenten auf feinsten Rissen das Fluorcalcium auslaugte. Das geschah am stärksten in den tieferen Sedimentschichten.

F. Mühlberg fand in den oberen Lagen des unteren Hauptrogenstein des Schweizer Jura vereinzelte Korallenstücke mit Drusen von gelblichem Fluorit in ihrem Innern. Diese Schichten könnten also der primäre Träger des Fluorcalciums sein. Spalten oder Erzgänge aus der Nachbarschaft werden nicht erwähnt, das Vorhandensein von Fluor ist hier primär, ebenso wie in Muttenz und Riedlingen.

Damit ist aber nicht gesagt, daß der Fluorit des Säntis aus dem Hauptrogenstein stammt. Das Vorkommen von Montlingen im Schrattenkalk zeigt vielmehr, daß die Fluorithöhlen des Säntis aus dem Schrattenkalk ihr Material bezogen haben können.

Zwei Tatsachen bleiben noch zu erklären: Erstens die verhältnismäßig große Menge von Fluorit in der Kluft, verglichen mit der von Calcit, obwohl im Gestein sehr wenig Calciumfluorid vorkommt, und zweitens das gesonderte Vorkommen von Fluorit und von Calcit in verschiedenen Höhlen. Ersteres erklärt sich aus der zunehmenden Löslichkeit des Fluorcalcium mit steigender Temperatur, die aus den Versuchen von Wilson und von Sénarmont hervorgeht. Calciumkarbonat ist hingegen praktisch nur als Calciumbikarbonat löslich und die Menge des Calziumbikarbonats hängt von der Konzentration der Kohlensäure in der wässerigen Lösung ab. Diese letztere nimmt aber bei gleichbleibendem Partialdruck und konstanter Gewichtsmenge im Gesamtvolum (Volumen der gasförmigen und flüssigen Phase) mit steigender Temperatur sehr rasch ab. Wie z. B. aus Versuchen von W. J. Müller und dem Verfasser hervorgeht, ist bei $320^0$ in einer Lösung von 30 ccm $H_2O$ und 0,6 g $CO_2$, in etwa 120 ccm die in fluorfreier Lösung befindliche Menge von Calciumionen äußerst gering, unter 1 mg auf 60 g Lösung. Daher mußten in der Natur alle wärmeren Lösungen über ca. $120^0$, die aus der Tiefe kamen und Ca enthielten, reich an Fluor sein und konnten fast nur Calciumfluorid ausscheiden.

---

[1]) Gründe für Anreicherung des Fluorcalciums in den ehemaligen Korallenstöcken gibt Andrée (loc. cit.). Analoger Entstehung scheinen mir die Vorkommen von Pyrit in den Versteinerungen der norddeutschen Kreide und von Cölestin im Tertiär von Mokattam bei Kairo.

Wenn aber auf einer Spalte auch nur eine geringe Temperaturdifferenz zwischen oben und unten vorhanden ist, so wird jede Substanz, deren Löslichkeit mit der Temperatur, mehr oder weniger zunimmt, unten ausgelaugt und oben abgesetzt werden. Dabei kann Diffusion von Ionen oder von Molekülen statthaben. Solche Vorgänge hat G. Spezia verwandt, um aus Natriumborat und -karbonatlösungen, in denen sich Kieselsäure mit zunehmender Temperatur in größerer Menge löst, Quarz schön kristallisiert herzustellen. Die Temperaturdifferenz war bei diesen Versuchen etwa 100°. Je länger die Zeit, um so kleiner kann aber die Temperaturdifferenz sein. — Die Diffusionsvorgänge sind neuerdings eingehend von R. Liesegang auf ihre mineralogische Bedeutung hin studiert werden.

Die Kalkspathkristalle der großen nur Kalkspath führenden Höhlen müssen wohl später aus wässerigen und Kohlensäure haltigen Lösungen bei tieferen Temperaturen (unter 60°) durch einen kontinuierlichen Vorgang der Umkristallisation oder Kornvergrößerung entstanden sein. Ein solcher kann im Laboratorium sehr leicht mit irgend einer löslichen Substanz, z. B. in Kupfersulfat, in geschlossener Röhre bei konstanter Temperatur nachgemacht werden.

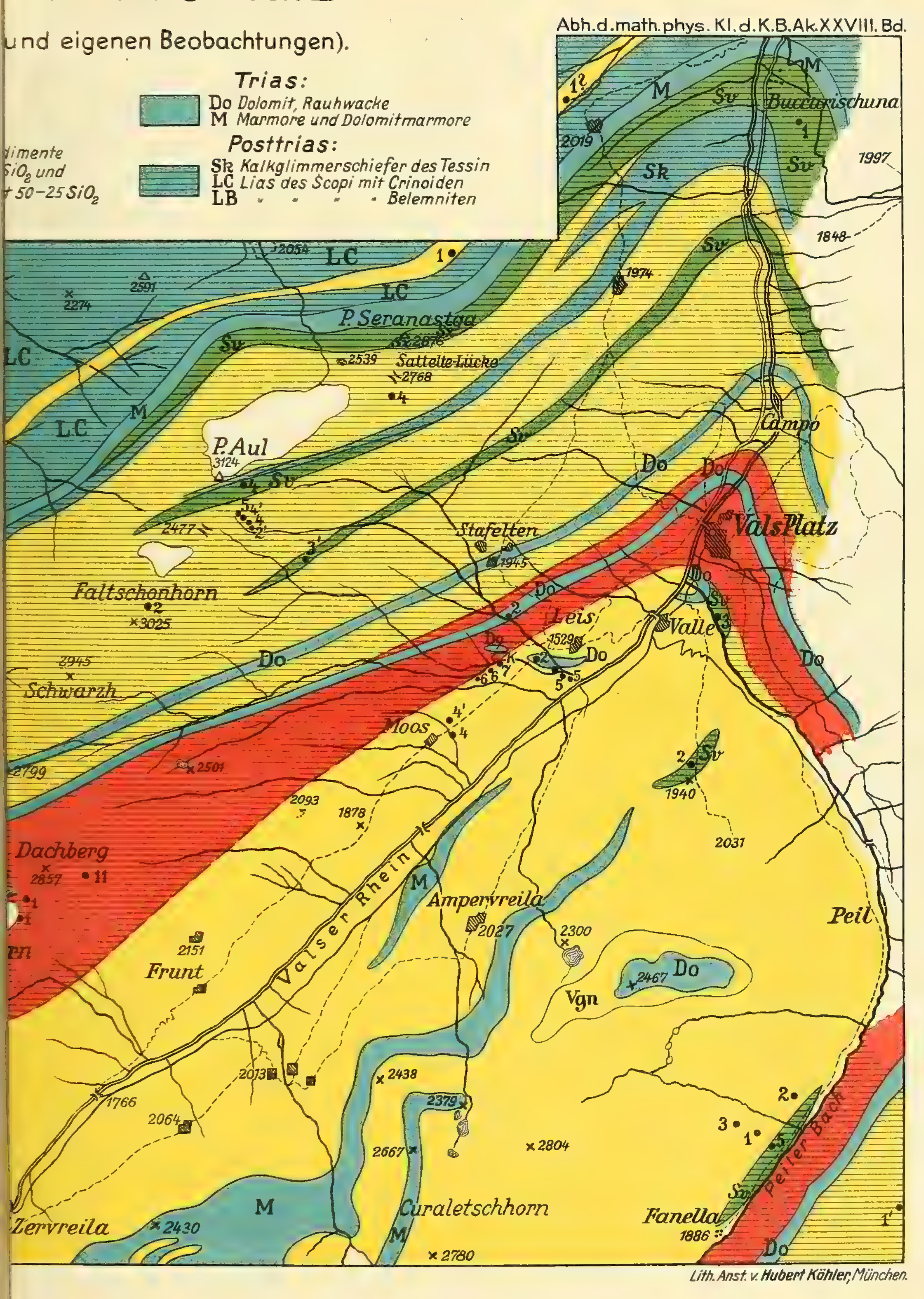
Die Vorkommen bei Montlingen und Muttenz mit ihrer Trennung von Calcit und Fluorit sind wohl bei mittleren Temperaturen zwischen etwa 50° und 120° entstanden. Die Häufung von Fluorit an der einen, von Calcit an der anderen Stelle, in den geschlossenen Hohlräumen ohne Temperaturdifferenz erklärt sich einfach in derselben Weise wie in den größeren alpinen Mineralklüften die Concentration von Bleiglanz, von Fluorit usw. an einer Stelle der Kluft. Der Kristallisationsvorgang schreitet an der Stelle am raschesten vorwärts, wo sich ein Keim dafür befindet, wo sich z. B. zufällig im Gestein an der Kluftwand etwas von der seltenen Substanz vorfindet. An dieser Stelle scheidet sich allmählich die gelöste Substanzmenge aus, solange die Lösung mit sinkender Temperatur übersättigt bleibt. Auch dieser Vorgang ist aus der täglichen Erfahrung des Laboratoriums zur Genüge bekannt. In der Natur wirken überraschend die den größeren Mengen und Zeiten entsprechend vergrößerten Dimensionen der Kristalle.

---

von Vals-Platz

und eigenen Beobachtungen).






Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München.

# Karte der Mineralfundorte von Vals-Platz

(M. 1:50000)

(mit geognostischer Grundlage nach A. Heim und eigenen Beobachtungen).

- *Gneissgranit*
- *Adulagneiss*
- *Glimmergneiss*
  K – *Reste von Kontakten an Schollen*
- *Glimmerschiefer*
- Sv *Aufgeschmolzene Sedimente mit 65–25 Proz. $SiO_2$ und Basische Eruptiva mit 50–25 $SiO_2$*
  Sz – *Ofenstein*

**Trias:**

- Do *Dolomit, Rauhwacke*
- M *Marmore und Dolomitmarmore*

**Posttrias:**

- Sk *Kalkglimmerschiefer des Tessin*
- LC *Lias des Scopi mit Crinoiden*
- LB „ „ „ „ *Belemniten*

J. Koenigsberger gez.

Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München.

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 11. Abhandlung

---

# Über alpine Minerallagerstätten

## Zweiter Teil

Von

**J. Koenigsberger**
in Freiburg i. Br.

Vorgelegt am 8. Februar 1919

---

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

## II. Teil.

# A. Übersicht über die zentralalpinen Mineralassoziationen.

1. Abgekürzte Übersicht.
2. Übersicht der Assoziationen nach der geognostischen Stellung des Muttergesteins.
3. Die Typen der zentralalpinen Mineralassoziationen mit Angabe des Muttergesteins der einzelnen Fundorte.

# B. Paragenetische Beziehungen zu den Endphasen mineralogener Vorgänge.

1. Paragenesen, die den alpinen am nächsten stehen.
2. Paragenesen der magmatisch-hydatogenen und pneumatolytischen Endphasen.
3. Alpine Paragenesen und -Erzgänge.

## A.

### 1. Abgekürzte Übersicht der zentralalpinen Mineralvorkommen.

#### I. In Graniten, Eruptivgneisen, Mischgneisen.

1. **Quarz**, **Chlorit**, daneben häufig Fluorit und Calcit, spärlich Hämatit, stellenweise Zeolithe.

2. **Adular**, **Quarz**, mit **Hämatit** oder **Apatit**, Chlorit, bisweilen Muskovit, sehr selten eines der Bormineralien Axinit, Danburit, selten Zeolithe. Bei Annäherung an dioritische Zusammensetzung noch Albit.

#### IIa. In Sedimentgneisen.

Meist keine Mineralvorkommen.

In pegmatitischen Linsen: Albit, Quarz, Sphen, Calcit.

#### IIb. In metamorphen Schiefern.

1. **Quarz** mit **einem, zwei oder drei Titandioxyden**, Rutil, Anatas mit Adular, Brookit mit Albit, selten Turmalin. Wo von Titandioxyden nur Rutil auftritt, gesellt sich häufig Siderit, auch Albit dazu, seltener Monazit oder Sulfide. — 1. ist ganz selten auch von Hämatit und von Magnetit begleitet.

#### IIIa und IIIb. In basischen Gesteinen.

1. **Adular**, **Quarz**, **Sphen**, Apatit, Chlorit, Amianth, und wechselnde Mengen von **Calcit** und **Epidot**; sporadisch, wenn Hornblende zurücktritt, die Zeolithe, worunter auch die seltenen Milarit und Faujasit.

2. Je mehr die Hornblende im Gestein vorwiegt, um so mehr **Epidot** und **Amianth**.

3. In den natronreichen, etwas Carbonat führenden, basischen aufgeschmolzenen Sedimenten: **Albit**, **Quarz**, Chlorit als Ripidolith, zu denen meist Rutil als Sagenit, seltener Amianth, hinzutreten.

### IV. In Carbonatgesteinen.

a) In reinen Carbonaten.

In Kalken: 1. **Calcit**, seltener dazu Quarz, Pyrit, bisweilen Fluorit. — In Dolomiten: 2. **Dolomit**, Calcit, Rutil, seltener Sphen, Adular. — Bei Umkristallisation in der innersten alpinen Zone reichern sich Pyrit, Turmalin, seltene sulfidische Erze usw. lokal an.

b) In carbonatreichem metamorphen Schiefer, Kalkglimmerschiefern usw.

1. **Calcit**, Quarz, Margarit, selten dazu Albit.

c) Die Kontaktzonen und Schollen von Kalksedimenten enthalten auf den Klüften die umkristallisierten Kontaktmineralien: Granat, Diopsid, Idokras, Asbest oder nur Skapolith und die aus diesen durch chemische Umsetzung entstehenden: Pennin, Quarz, Calcit, Epidot, Desmin.

## 2. Abgekürzte Übersicht der zentralalpinen Mineralassoziationen nach der geognostischen Stellung des Muttergesteins.

### I. Granite, Eruptivgneise, Mischgneise.

Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Ordnungsnummern der im Verzeichnis 3 angegebenen Typen von Mineralassoziationen.

*α*) Aare- und Montblancgranit, zum Teil auch Adulagneis (1′, 1″).

1. **Quarz**, **Chlorit**, Calcit, Fluorit (1′, 1′a).

2. **Quarz**, **Chlorit** (1″, mit akzessorischen Mineralien 1, 1‴, 3′), Quarz als Amethyst (9).

In manchen Klüften treten bei 1 und 2 noch Zeolithe, hauptsächlich Desmin und Laumontit, seltener Skolezit, Heulandit usw. auf (2, 2′, 3). In großen Klüften ist bei 1 und 2 meist ein Bleiglanzklumpen zu bemerken.

*β*) Zum Gotthardgranit hinüber leitet folgendes Vorkommen im östlichen Aaregranit:

1. **Quarz**, **Hämatit**, häufig auch Fluorit, Chlorit, etwas Adular, selten Albit (4, 4′, 4″), ausnahmsweise nur **Quarz**, Adular, Chlorit (1″a).

*γ*) Gotthardgranit 1. **Quarz**, **Adular**, **Hämatit**, Muskovit 5, 5′, 5″, bisweilen auch Zeolithe (5), doch viel seltener als im Aaremassiv.

Zum Urserengneis und zu Grenzvorkommen im Aaregranit steht in Beziehung: 2. **Adular**, **Quarz**, **Apatit**, **Muskovit** (6, 6°, 6′), ohne Muskovit (6a′) und ohne Apatit (6″).

Zu den Glimmerschiefern hinüber führt das Hinzutreten von Anatas (6″) in der Randfazies des Sellagneis, der ein paralellstruierter Gotthardgranit ist und ähnlich ganz selten im Urserengneis.

*δ*) Gneise und die Kontaktrandfazies des Aaregranits, der Urserengneis, zum Teil dioritischer Zusammensetzung.

**Adular**, **Quarz**, **Apatit**, Calcit, Fluorit, Chlorit in wechselnden Mengenverhältnissen (6a, 6b), randlich in mylonisiertem Gestein Quarz mit Rutil (10).

ε) Im Übergang des Gotthardgranits zur Tremolaserie in einer Injektionskontaktgrenze: **Albit**, **Apatit**, Quarz, Siderit (11'').

η) Die Granodiorite (Tessinergneis und Teile des östlichen Gotthardgranits, selten des Aaregranit) nähern sich (ebenso wie δ) chemisch der leukokraten, an Hornblende armen Randfazies von Dioriten und Amphiboliten (vgl. III). Sie haben daher eine ähnliche Paragenese, **Albit**, **Quarz**, Sphen, auch Muskovit (11, 11') oder **Quarz**, **Calcit** und akzessorische Mineralien (12). Wo das Gestein noch der granitischen Zusammensetzung näher steht, tritt **Adular** dazu (13, 7, 7a), ganz selten auch die Bormineralien, Danburit, Axinit (7'a, 7'b).

ϑ) Aplite des Aaregranits, **Quarz** mit Beryll (16) oder Turmalin, Hämatit (15) oder Phenakit, Adular, Hämatit, Apatit (4⁰).

ζ) Kontaktmetamorph veränderter Granit und Gneis: **Quarz** mit **Anhydrit**, Hämatit, Adular (4''', 8) oder Quarz, Adular, Turmalin, Muskovit (14).

### IIa. Sedimentgneise und Injektionsgneise.

Die Sedimentgneise (Paragneise), (Sericitgneise des Aaremassivs, Maigelsgneis und Gurschengneis des Gotthardmassivs) sind äußerst mineralarm. Es ist kein Vorkommen sicher bekannt, das nicht in Beziehung zu einer Einlagerung steht. Von den letzteren sind zu erwähnen Plagioklas reiche pegmatitische Linsen und Schlieren:

1. **Albit**, Quarz, Sphen, dazu etwas Calcit und s. sp. Rutil (1, 2), an einer Fundstelle noch Adular (1a).

Unmittelbar im Kontakt mit den Graniten, sehr selten, in Klüften: Quarz mit Bleiglanz (3).

### IIb. Metamorphe Schiefer.

α) In den metamorphen Schiefern, Sericitschiefern des Aaremassivs und Glimmerschiefern des Gotthard und Adulamassivs, führt die charakteristische Assoziation reichlich die Titanoxyde, Rutil, Anatas, Brookit.

Im Aaremassiv 1. **Quarz**, **Brookit**, Albit, Chlorit in wechselnder Menge (1, 1').

Im Aare-, Adula-, Gotthardmassiv: 2. **Quarz** mit **Adular**, in wechselnder Menge, **Anatas**, Ilmenit, Chlorit (2, 3) oder 3. im Aaremassiv eine Kombination dieser beiden Assoziationen 1 und 2 (3'', 3', 4, 4''), mit akzessorischem Apatit, zu denen selten und spärlich noch Rutil tritt (2', 4'). Die Mengen von Adular und Albit wechseln; selten fehlt der Feldspat (1'').

Zu β steht in Beziehung 4. **Quarz**, Rutil, Calcit (2'').

Zu γ hinüber leitet die Kombination 5 **Quarz**, **Ilmenit**, Adular usw. (5). Den Vorkommen in den Glimmerschiefern der Randzone des Gotthardmassivs, die als Randfazies der Tremolaserie unter IIIb aufgezählt sind, ist verwandt die Turmalin führende Paragenese in kontaktmetamorph beeinflußten Gesteinen (9, 10).

β) In den Carbonat führenden Sericitphylliten des Gotthardmassivs:

1. **Quarz**, **Siderit** zu Limonit umgewandelt, Albit in wechselnder Menge, bisweilen auch fehlend, **Rutil** in dickeren Nadeln (6, 6a), verschiedene sulfidische Erze (6''').

2. Zu diesem Vorkommen 1 tritt mancherorts Monazit 6', im Tessinermassiv (6b) mit akzessorischem Apatit (6''). Bei Annäherung an die Glimmerschiefer die seltene Paragenese 3 Anatas, Rutil, Ilmenit (6'''').

γ) In karbonischen Schiefern des Gotthardmassivs, die zum Teil umgewandelte Quarzporphyre sind, finden wir die Assoziation 1: **Quarz**, **Hämatit**, Adular, Rutil, Chlorit,

Anatas usw. (7, 8⁰), die der Paragenese des Gotthardgranits nahe steht, aber den dort ganz seltenen Rutil und spärlichen Calcit etwas reichlicher aufweist.

δ) Die Glimmerschiefer des Binnentals entsprechen in ihren Kluftmineralien einer Kombination der Paragenesen aller drei vorher erwähnten Gesteine, Glimmerschiefer, Sericitphyllite und karbonischen Schiefer. Als neues Mineral, das im Glimmerschiefer des Gotthardmassivs nur ganz selten (8′, 8″) auf Klüften zu finden ist, tritt dort häufiger Magnetit auf (8a, 8b, 8c), dagegen ist Siderit sehr selten.

### IIIa. 1. und 2. Basische Gesteine (67—48 Prozent $SiO_2$).

Für die Mineralien in Klüften ist maßgebend die Menge der Hornblende sowie die Menge und der Kalkgehalt des Plagioklas im Gestein.

α) Im Syenit des Aaremassivs finden wir **Adular, Quarz, Sphen, Apatit, Chlorit, Amianth**, sowie wechselnde Mengen von Calcit und Epidot und akzessorische Mineralien (IIIa: 1, 1′, 1″, 2), selten eines der Bormineralien (2′). Als letzte Mineralien treten noch, bisweilen schön und groß ausgebildet, die Zeolithe, Desmin, Chabasit, Heulandit, Sklolezit sowie seltener Milarit und Faujasit auf (IIIa: 3a, 3, 3″, 3′).

β) Ähnlich wie α ist die normale Paragenese der Diorite, Dioritschiefer, Amphibolite des Aare-Gotthard- und Adulamassivs: **Adular, Quarz, Sphen**, Chlorit (IIIa: 5) oder **Adular, Quarz, Amianth**, Calcit, Epidot, Chlorit (IIIa: 6′, 10). Zu IIIb hinüber leitet die Assoziation Albit mit Quarz (13) oder mit Apatit (14).

Die normale Paragenese der Diorite und Amphibolite reduziert sich mit sinkender Temperatur auf Quarz und Calcit (IIIa: 12), schließlich auf die Zeolithe allein (IIIa: 11).

γ) Einzigartig ist die Paragenese von Anhydritnadeln in Quarz und in Adular, die an die unmittelbare Grenze des Syenit des Aaremassivs an die Nachbargesteine gebunden ist (IIIa: 4, 4′), oder ähnlich am Diorit (8).

δ) Die saure, ziemlich schmale und mineralarme Randfazies der Diorite und anderer basischer Eruptiva nähert sich (wie IIIa: 9) derjenigen der Granite (I, 1).

ε) Den Übergang zu IIIb bildet **Albit** mit Quarz (13) oder Apatit (14).

### IIIa. 3. Serpentin usw. (48—35 Prozent $SiO_2$).

α) In Gabbro-Peridodit bis Serpentin: **Adular, Quarz, Sphen, Calcit**, Albit, Zeolithe usw. (15), verwandt mit IIIa, β.

Im Serpentin des Gotthardmassivs und Binnental: **Albit, Sphen**, Epidot usw. (16). In Hornblendeschiefern des Aaremassivs tritt Sphen zurück, **Amianth** (17) ist häufiger. Im Serpentin des Gotthardmassivs, Binnental, Zermatt: **Albit** mit **Prehnit** (16b) oder nur **Prehnit, Epidot** (16a).

Im Aare- und Gotthardmassiv: **Amianth** vorwiegend (18).

β) Im Carbonat führenden Lavezstein im Gotthardmassiv usw. **Dolomit**, Calcit, Magnesit usw. (20), selten mit Quarz (21) oder mit Talk (20a). Manchmal ist **Talk** vorwiegend (22 und 22′).

Im Kontakt von Serpentin an Gneis **Diopsid, Calcit**, Quarz, Asbest, Epidot (19).

### IIIb. Tremolaserie (57—42 Prozent $SiO_2$) des Gotthardmassivs.

In sehr natronreichen basischen Gesteinen, namentlich in den metamorphen basischen Aufschmelzungssedimenten, wird Adular durch Albit ersetzt. In den Gesteinen der Tre-

molaserie, die auch etwas Carbonate enthalten, bemerken wir, meist wenn die Hornblende teilweise oder ganz durch Biotit ersetzt ist, einen Übergang zur Assoziation des Sericitphyllits; **Albit**, **Quarz**, **Ripidolith**, zum Teil mit Rutil, Siderit, der zu Limonit verwittert ist (IIIb: 1, 1', 2''', 3), ohne Quarz (1''), mit akzessorischem Turmalin (IIIb: 4); ohne Ripidolith (2'') und Quarz als Amethyst (5); da wo die Hornblende im Gestein erhalten, auch Quarz mit **Amianth** (IIIb: 2, 2').

**IVa. Kalksedimente.**

In den Kalksedimenten ist die verbreitetste Paragenese diejenige der niedrigen Temperaturen: **Calcit** (1). Hierzu gesellt sich bei etwas höherer Temperatur Quarz (2, 2''). — Auf tiefreichenden vertikalen Spalten ist in Kalkgesteinen Fluorit vorherrschend (1'). In Dolomitgesteinen tritt zu Dolomit (5') und Calcit, bei höherer Temperatur also in der inneren alpinen Zone, Quarz (2''), Rutil (5), auch Feldspat (5'' und 5'''), selten Turmalin (5''a). Bei noch höherer Temperatur wird die ganze Gesteinsmasse umkristallisiert, die Erze, unter denen Pyrit vorwiegt, werden ebenso wie Turmalin usw. durch Sammelkristallisation konzentriert (4).

**IVb. Regionalmetamorphe kalkreiche Sedimente.**

In den metamorphen kalkreichen Sedimenten wie Kalkglimmerschiefer finden wir der Zusammensetzung entsprechend Carbonate in großer Menge. Die häufigste Assoziation ist **Calcit**, **Margarit**, Quarz (1), bisweilen noch Albit (1'), selten nur Epidot und Calcit (2). Im Eisenoolith überwiegt Albit die Carbonate (1'').

**IVc. Kontaktmetamorphe Kalksedimente.**

Kontaktmetamorphe Kalksedimente liegen im kartierten Gebiet meist nur als Schollen im Eruptivgestein, hauptsächlich in Serpentinen, da alle anderen Eruptiva älter als die mesozoischen Kalksedimente sind.

In sehr kleinen Klüften und Löchern sind die Kontaktmineralien umkristallisiert: **Kalktongranat** oder **Kalkeisengranat**, Idokras, Diopsid und Pennin (der allein in 3'), daneben akzessorisch Sphen, Magnetit, Byssolith usw. (1, 2, 3, 3'').

Die Paragenese Epidot (Klinozoisit) (1a, 4) tritt meist getrennt von den ersteren Vorkommen auf, obgleich sie manchmal dicht an die andere angrenzt. Seltene Vorkommen sind die mit Skapolith (6) und Lazulith (5).

Anhangsweise sind in V noch besonders schön kristallisierte Gesteinsmineralien erwähnt.

## 3. Die Typen der zentralalpinen Mineralassoziationen mit genauer Angabe des Muttergesteins der einzelnen Fundorte.

Die römischen Zahlen nach den Gesteinen beziehen sich auf die im Hauptverzeichnis angegebenen Fundorte. Vor den seltenen Typen [; die häufigen mit fett gedruckten, die sehr häufigen mit großen fett gedruckten Zahlen.

**I. Granite und Eruptivgneise, Mischgneise meist mit mehr als 67 Prozent $SiO_2$.**

1. **Quarz**, **Chlorit**, Epidot (Adular). Im epidotisierten nördlichen Aaregranit: I, II, III.

**1'**. **Quarz**, **Chlorit**, Calcit, Fluorit (Adular, Apatit, Epidot, Galenit, Pyrit). Im normalen nördlichen Aaregranit: I—XX. Im Adulagneis: XXI.

[1'a wie 1' dazu (Anatas Brookit). Im nördlichen Aaregranit: I, II.

**1''**. **Quarz**, **Chlorit** (Adular, Apatit, Calcit). Im nördlichen Aaregranit: I—VII, X—XIV, XXIII. Im südlichen Aaregranit: VIII, IX, XV, XVa, b, c, XVII, XVIII, XIX,

XXII. (Hierbei haben XIV und XV Adular reichlicher und zeigen Übergang zu 6''.) Im Adulagneis: XVI. Im Gotthardgranit: XX, XXI, XXIV.

[1''a. **Quarz**, Chlorit, Adular. Im nördlichen Aaregranit: I und II. Im südlichen Aaregranit: III.

1'''. **Quarz, Chlorit, Pyrit.** Im nördlichen Aaregranit: I—IV.

2. **Quarz**, Zeolithe, wie Desmin, Skolezit, Laumontit, Heulandit, Chabasit, Chlorit, Calcit (Epidot, Hämatit, Galenit, Adular, Albit, Apatit). Im nördlichen Aaregranit: I, IV und V. Im südlichen Injektions-Aaregranit, der von Aplitgängen, die an die Kluft grenzen, durchzogen: II und III, VI—XII, XIV. Im Tessingneis: XIII.

[2'. **Quarz, Desmin, Fluorit, Heulandit** (Laumontit, Adular, Chabasit). Im nördlichen Aaregranit: I.

3. **Quarz, Chlorit,** Fluorit, Laumontit, Calcit, Desmin, Galenit, mit Cerussit, Leadhillit usw. (Apophyllit, Chabasit, Adular usw.). Im nördlichen Aaregranit: I, II, III, VI. Im südlichen Aaregranit: IV, V.

3'. **Quarz, Chlorit,** Apatit, Calcit (Adular, Sphen). Im nördlichen Aaregranit: I—VI.

4. **Quarz, Hämatit,** Fluorit, Chlorit (Adular, Albit). Im nördlichen Aaregranit: I—II.

4'. **Quarz, Hämatit, Chlorit** (Albit). Im nordöstlichen Aaregranit: I—IV.

4''. **Quarz, Hämatit,** Zeolithe, wie Desmin, Chabasit, Adular, Chlorit (Fluorit, Pyrit, Calcit, Epidot, Albit). Im nördlichen Aaregranit: I, Ia bis IIa. Im südlichen Aaregranit: III.

[4'''. **Quarz** mit **Anhydrit,** Hämatit, Chlorit (Adular, Apatit). Im Aaregranit am Kontakt mit Urserengneis: I. Im Aaregranit (?): II. In südlicher Gneiszone des Aaremassivs in Nähe von syenit-dioritischen Gängen: III.

4⁰. **Quarz,** Adular, Hämatit, Apatit, Phenakit, Calcit. Ein Fundort im Aplit (?) des westlichen Aaregranit.

5. **Hämatit, Quarz, Adular,** Muskovit (Albit, Desmin, Chabasit, Chlorit, Calcit, Anatas, Pyrit, Epidot, Limonit). Im Gotthardgranit: I—XVI.

5'. **Adular, Quarz, Hämatit,** Rutil, Muskovit (Chlorit, Sphen, Xenotim, Desmin, Albit). Im südlichen Gotthardgranit: I—IV. Im Gneis (?) des Binnentals: V.

5''. **Quarz, Albit, Hämatit,** Adular, Sphen, Calcit (Rutil, Siderit, Apatit, Epidot). Im nördlichen Aaregranit: I. In Grenzzone des Sellagneis: II. Im Adulagneis? oder Glimmergneis? III und IIIa.

6. **Adular, Quarz, Apatit,** Muskovit, Chlorit (Calcit, Albit, Pyrit, Desmin, Epidot, Hämatit, Rutil). Im Gotthardgranit: I—XI.

6⁰. **Adular, Apatit, Quarz.** Muskovit (Anatas, Pyrit, Ilmenit, Albit, Limonit, Desmin, Laumontit). Im Gotthardgranit: I—IV.

6a und 6a'. **Adular, Apatit,** Quarz, Chlorit (Desmin, Calcit, Albit, Siderit, Prehnit, Laumontit, Skolezit, Heulandit, Epidot, Rutil). Im nördlichen Streifen des Urserengneis, der von Aplitgängen injiziert: I—IV, VI, VII. Im Sellagneis: V.

6b. **Adular, Quarz, Calcit,** Fluorit, Apatit, Chlorit (Pyrit, Albit, Laumontit). Im Urserengneis, der von Aplitgängen injiziert: I und II.

6'. **Adular, Quarz,** Muskovit (Calcit, Apatit, Siderit oder Ankerit, Chabasit, Desmin, Pyrit, Limonit). Im Gotthardgranit: I—X. Hiervon VIII und IX im Eruptivgneis an basisches Aufschmelzungsgestein grenzend.

6''. **Adular, Quarz**, Chlorit, Anatas (Pyrit, Ilmenit, Limonit, Desmin, Turmalin). Im Gotthardgranit: I, III. Im Urserengneis: IV und V.

7. **Adular, Albit, Quarz**, Apatit, Chlorit, Calcit (Sphen, Epidot, Desmin, Pyrit, Prehnit, Laumontit). Im Kristallinagranit (östlicher Gotthardgranit): I, IIa. Im mittleren Gotthardgranit: III und V. Im oberen Urserengneis: IV. In aplitischer Randfazies des Aaregranit: VI.

7a. **Quarz, Adular, Albit**, Muskovit (Apatit). Im Gotthardgranit: I—IIIa.

7'. **Adular, Quarz, Albit, Chlorit**, Apatit, Calcit, dazu entweder Danburit und Epidot (7'a) oder Axinit (7'b) (Sphen, Muskovit). In Gotthardgranit 7'a: I und im Adulagneis 7'a: II.

[8. **Quarz** mit **Anhydrit, Adular**, Hämatit, Muskovit (Albit, Chlorit, Calcit, Desmin). Ein Fundort im Gotthardgranit.

9. **Amethyst**, Chlorit, Limonit, Ankerit(?) (Chlorit, Sphen, Adular, Rutil, Heulandit). Im Aaregranit von melanokratem Gang durchsetzt: I, ferner: III. In eisenockerreicher Linse im Urserengneis: II.

[10. **Quarz** mit **Rudilnadeln**, Chlorit (Mesitin, Calcit, Rutil frei). In glimmerschieferartiger mylonisierter Zone im nördlichen Aaregranit: I. Im mylonisierten südlichen Aaregranit: IV. In mylonisierter Urserengneiszone: III.

11. **Albit**, Quarz, Sphen, Chlorit (Prehnit, Laumontit), in rein dioritischer Fazies des Tessiner Eruptivgneis: I und II. In dioritischer Randfazies des Gotthardgranit: III.

11'. **Albit, Muskovit**, Quarz (Sphen, Apatit, Calcit, Chlorit). In dioritischer Fazies des Gotthardgranit: I, III.

11''. **Albit, Apatit**, Quarz, Siderit. In Aufschmelzungszone des Sellagneis an Tremolaserie grenzend: I, II, III.

[12. **Quarz**, Calcit (Epidot, Sphen, Adular, Apatit, Chlorit). In aplitisch-dioritischer Randfazies des östlichen Gortthardgranit: I. In aplitisch-dioritischer Randfazies des südlichen Aaregranits: II und IIa, des nördlichen Aaregranits: IV. In dioritischem Tessinergneis: III. In Adulagneis: V.

[13. **Adular, Quarz**, Sphen, Prehnit, Calcit, Chlorit (Fluorit, Anatas, Desmin, Muskovit, Albit). In dioritischem Tessinergneis: I, II, III, IV.

[14. **Quarz, Adular, Turmalin**, Muskovit (Apatit, Desmin). In Randkontaktfazies des Tessinergneises an sedimentärem Gneis: I, II. Analog im Binnental: III.

[15. **Quarz**, Turmalin, Hämatit. Im Granitaplit des Aaremassivs: I, II.

[16. **Quarz, Beryll**. In mylonitisiertem Granitaplit des Adulamassivs: I und II.

17. **Quarz** (Pyrit). In Arkosen verschiedener Massive.

### IIa. Sedimentgneise.

1. **Albit, Quarz**, Sphen, Calcit (Chlorit, Rutil, Hämatit). In plagioklasreichen Linsen im Glimmergneis des Gotthardmassivs: I, II.

[1a. **Albit. Quarz**, Adular, Chlorit. Im Glimmergneis des Gotthardmassivs ein Fundort.

2. Quarz, **Calcit, Sphen**. Wahrscheinlich in aplitischem Ganggefolge der Tiefflauitaldiorite: I.

3. **Quarz**, Bleiglanz (Wulfenit). In Kontaktzone des Aaregranits: I und II. In Kontaktzone des Gotthardgneis: III.

**IIb. Metamorphe sedimentäre Schiefer** (ausnahmsweise auch metamorphe Dioritaplite).

1. **Quarz, Brookit** (Pyrit, Limonit, Albit). In Sericitschiefer des Aaremassivs: I, II.

1'. **Quarz, Brookit**, Albit, Calcit, Chlorit, Limonit (Anatas, Pyrit, Pseudomorphosen von Limonit nach?). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I, II.

[1''. **Quarz**, Brookit, Anatas (Galenit mit Cerussit und Wulfenit, Chalkopyrit, Calcit, Chlorit). In Sericitschiefern des Aaremassivs I.

2. **Quarz, Anatas**, Chlorit, Ilmenit, (Rutil, Adular, Albit, Calcit, Siderit, Brookit, Pyrit, Turmalin). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I, IV, VII, VIIa, VIII. In Glimmerschiefern des Gotthardmassivs: II, IIa, III, IIIa, IV, V, VI, IX, X, XI. In Glimmerschiefern des Adulamassivs: XII, XIII, XIV. Auf kontaktmetamorphem Sedimentgneis an Lavezstein des Gotthard: XV. In metamorphem sericitischen Dioritaplit: VII und in Dioritaplit: XI.

2'. **Quarz**, Anatas, Brookit, Chlorit, Calcit, Rutil (Adular, Galenit mit Wulfenit, Ilmenit, Pyrit). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I, II, III. In Glimmerschiefern des Adulamassivs: IV, V.

[2''. **Quarz**, Rutil, Calcit. In Glimmerschiefer des Adulamassivs: I und III. In Sericitschiefern des südlichen Aaremassivs: II.

3. **Quarz, Adular, Anatas**, Chlorit, Ilmenit (Calcit, Albit, Pyrit, Rutil). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I, V. In Glimmerschiefern des Gotthardmassivs: III, VI. In Glimmerschiefern des Tessiner und Adulamassivs: II, IV, VII, VIII.

3'. **Quarz, Adular, Brookit**, Calcit, Pyrit, Anatas, Chlorit, Ilmenit (Albit, Galenit mit Cerussit, Chalkopyrit, Limonit, Rutil). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I, II, III.

3''. **Quarz**, Adular, Calcit, Brookit, Anatas, Sphen, Chlorit (Albit, Galenit mit Wulfenit). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I—VI.

4. **Quarz, Albit**, Brookit, Chlorit, Anatas (Pyrit, Calcit, Limonit, Apatit). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I, Ia, III, IV. In Glimmerschiefern des Gotthardmassivs: II.

4'. **Quarz**, Albit, Adular, Chlorit, Brookit, Apatit, Calcit, Rutil, Pyrit (Sphen, Anatas, Ilmenit, Galenit mit Wulfenit, Gips, Sphalerit (Zinkblende), Baryt, Pseudomorphosen von Limonit, Chalkopyrit). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I—V.

4''. **Albit, Anatas, Quarz** (Chlorit, Brookit, Limonit). In Sericitschiefern des Aaremassivs: I. In Glimmerschiefern des Gotthardmassivs: II, III, IV, VI. In Glimmerschiefern des Adulamassivs: V.

5. **Quarz, Ilmenit**, Adular (Calcit, Rutil, Anatas, Brookit, Chlorit, Albit, Hämatit, Turnerit, Laumontit). In Sericitschiefern des südlichen Aaremassivs: I—V.

6. **Quarz, Siderit**, Rutil (Calcit, Pyrit, Dolomit, Muskovit). In Sericitphyllit des Gotthardmassivs: I—VI. In Sericitphyllit-Glimmerschiefer des Adulamassivs: VII.

6'. **Quarz, Siderit, Monazit**, Rutil (Albit, Anatas, Calcit, Apatit, Ilmenit, Turmalin, Pyrit). In Sericitphylliten des Gotthardmassivs: I—IX (außer V). In Glimmergneis (?) des Adulamassivs: V.

6''. **Quarz, Siderit, Apatit**, Rutil (Glimmer, Calcit, Monazit, Adular). In Sericitphylliten des Gotthardmassivs: I—V.

6'''. **Quarz, Siderit, Antimonit** (Rutil, Dolomit, Sphalerit, Galenit, Pyrrhotin, Pyrit, Chalkopyrit). In Sericitphyllit des Gotthardmassivs: I—II.

6''''. **Quarz**, **Siderit**, **Anatas**, Adular, Ilmenit (Rutil, Calcit, Pyrit, Monazit, Brookit). In Glimmerschiefern des Gotthardmassivs: III, IV, V. In Schiefern der carbonisch-mesozoischen Zone von Perdatsch, Gotthardmassiv: I, IIc, VI. In Glimmerschiefern des Adulamassivs: VII.

6a. **Quarz**, **Siderit**, **Albit**, Rutil (Calcit, Pyrit, Apatit). In Sericitphylliten des Gotthardmassivs: I—V. Im Randgestein der Aufschmelzungszone der Tremolaserie gegen den Sellagneis (verwandt mit IIIb): VI. In Einlagerung von Glimmerschiefer bis Sericitphyllit: VII.

[6b. **Quarz**, **Ripidolith**, **Monazit**, Rutil, Anhydrit, Nakrit. In Glimmerschiefern des Tessinermassivs: I.

7. **Quarz**, **Hämatit**, Adular, Calcit (Rutil). In grünlich-grauen Sericitquarziten (zum Teil wohl metamorphe Quarzporphyre) der carbonisch-mesozoischen Zone von Perdatsch, nördliches Gotthardmassiv: I, II, III, IV. In permocarbonischen (?) Schiefern des Adulamassivs: V.

8. **Quarz**, **Hämatit**, Rutil (Adular, Calcit, Siderit, Aragonit, Turmalin, Anatas, Brookit, Monazit, Xenotim, Baryt, Strontianit, Anhydrit, Muskovit, Heulandit, Malachit, Chalkopyrit, Apatit). In demselaen Gestein wie 7: I—IX.

$8^{0}$. **Quarz**, **Hämatit**, Adular, Calcit (Rutil, Albit, Pyrit). Frisches Gestein nicht sicher bekannt, vielleicht Zone von Sericitquarziten (metamorphe Porphyre). In Glimmerschiefern nördlich des Rhonetals von Münster bis Viesch: I.

8a. **Quarz**, **Adular**, **Hämatit**, **Magnetit**, **Rutil**, **Anatas** (Ilmenit, Calcit, Turmalin, Muskovit, Chlorit). In Glimmerschieferzug des Binnentals bei Alp Lercheltini: I.

8b wie 8a, dazu Monazit. Dasselbe Gestein wie 8a: I.

8c wie 8a, dazu Xenotim. Dasselbe Gestein wie 8a: I.

[8'. **Magnetit**. Auf Magnetit führenden Glimmergneis des Gotthardmassivs: I.

[8''. **Magnetit**, Turmalin auf Magnetit und Turmalin führendem Kontaktgestein, an der Grenze zwischen Sellagneis und Tremolaserie: I.

9. **Quarz**, **Albit**, **Turmalin** (Anatas, Muskovit, Siderit, Calcit, Chlorit, Pyrit, Adular, Rutil). In der Serie der Zweiglimmerschiefer zwischen Gotthard- und Tessinermassiv, zum Teil Granat, Turmalin, Disthen führend: I, II. In Glimmerschiefern der Zone von Perdatsch und des nördlichen Gotthardmassivs: III, V, VI. In turmalinreichem Glimmerschiefer an Grenze des Kalkglimmerschiefers des nördlichen Tessinermassivs: IV.

[10. **Quarz**, Turmalin, Chlorit. In Turmalin führendem Glimmerschiefer bis Glimmergneis des Tessinermassivs: I—III.

[11. **Quarz**, Disthen, Adular, Muskovit, Chlorit. In Disthenglimmerschiefer, dem untersten Glied der Tremolaserie: I.

IIIa. Syenite (67—60 Prozent $SiO_2$) **mit Ganggefolge und exogenem Kontakt.**

1. **Adular**, **Quarz**, Sphen, Apatit, Hornblendeamianth, Calcit, Chlorit (Pyrit, Epidot). Im Syenit des Aaremassivs: I—XIV.

[1' wie 1, dazu Scheelit (Desmin). Gestein wie in 1: I—III.

[1'' wie 1, dazu Fluorit. Gestein wie 1: I.

2. **Adular**, **Quarz**, **Calcit**, **Apatit**, **Epidot**, Sphen, Hornblendeamianth, Chlorit (Pyrit, Desmin). In Syenit des Aaremassivs: I—V, VII, VIII. In metamorphem Dioritporphyrit, der Gang im Urserengneis ist: VI.

[2' wie 2, dazu eines der Bormineralien $\alpha$) Danburit, $\beta$) Datolith, $\gamma$) Axinit (Prehnit, Epidot, Albit). Im Syenit des Aaremassivs: $\beta$ und $\gamma$. In Syenitgang im Urserengneis: $\alpha$ I und II (?).

3. **Quarz, Adular, Calcit, Zeolithe**, wie Desmin, Chabasit, Skolezit, Heulandit, Laumontit, Apophyllit (Epidot, Hornblende, Amianth, Galenit, Chlorit). In Syenit des Aaremassivs: I—VII.

3'. **Quarz, Adular**, Milarit, Chabasit, Desmin (Apatit, Epidot, Amianth). In und an Aplitgängen im Syenit: I—VII.

3'' wie 3' (Epidot, Amianth fehlen völlig). In Aplitgängen des Syenit: I—V.

3a. **Quarz, Adular**, Foujasit (Apatit, Chabasit). In Syenit: I—III.

4. **Quarz** mit **Anhydrit, Adular**, Chlorit (Zeolithe, wie Desmin, Chabasit, Hämatit, Albit, Epidot, Calcit). In einem Gneis an dem Nord- und Südkontakt der westlichen Hälfte des Syenitzuges (Aaremassiv): II, III, VI, VIII, VIIIa und VIIIb. Im Syenit: IV. In Gneis an dem Südkontakt einer schmalen Syenitzone, die von Cuolm da Vi nach dem Lutersee ausstreicht: V und VI. In einer nicht näher untersuchten Zone des Urserengneis: I.

[4'. **Quarz** mit **Anhydrit, Desmin** (Chabasit, Chlorit, Hämatit, Adular, Apatit). Im Ausstreichen der oben angegebenen Kontaktzone des Syenits, die später vom Granit durchadert und verändert, im Tertiär gepreßt: I und II.

### III A. Diorite und Amphibolite (60—48 Prozent $SiO_2$).

**5. Adular, Quarz, Sphen**, Chlorit (Calcit, Epidot, Amianth). In Diorit des südlichen Aaremassivs (Rusein): IX und IXa. In Dioritschiefern und in deren metamorphen basischen Differentiationen, die aber noch Plagioklas enthalten (zwischen Dioriten und Amphiboliten stehend): I, II, III, IV, V, VI, VII, VIIa, VIIb, VIII, VIIIa, XIII, XVI, XVII. In melanokraten metamorphen Ganggesteinen (Dioritporphyrit?) im Urserengneis: VIII, VIa, XI. In dioritischer Differentiation eines völlig metamorphen kleinen Gabbrostocks (Amphibolit): VIb. In Dioritaplitgang des nördlichen Aaremassivs: X. In Diorit des südlichen Aaremassivs: IX und IXa. In metamorpher basischer Differentiation des ausstreichenden Syenits des Aaremassivs: Xa. Auf Syenitaplitgang, der den Paragneis des Aaremassivs durchsetzt: XIV. In Amphibolit im Glimmerschiefer des Gotthardmassivs: XII. In aplitischem Gestein, das Randdifferentiation des basischen Aufschmelzungsstreifen, der vom Kastelhorn zum Piz Laiblau zieht.

**6'. Adular, Quarz, Calcit, Hornblendeamianth** (Chlorit, Albit, Epidot, Apatit, Galenit mit Wulfenit, Pyrit, Prehnit, Brookit, Pseudomorphosen von Limonit nach?). In Amphibolit des Aaremassivs und in Hornblendeschiefer, der basische Differentiation eines Dioritzuges ist: I—IIc. In Streifen hornblendereicher Gesteine des Aaremassivs, die bald mehr zu Amphiboliten oder Hornblendeschiefern, bald mehr zu Dioritschiefern neigen: III—X.

8. **Quarz** mit Anhydrit, Rutil, Zeolithe, wie Desmin, Heulandit (Epidot, Sphen, Pyrit). In aplitischer Randfazies des Diorit von Rusein des südlichen Aaremassivs. Die schmalen, sehr ausgedehnten Klüfte durchsetzen auch den normalen Diorit: I und IV. In Diorit von Bugnei „Bugneigranit", südliches Aaremassiv bei Sedrun: II und III.

[9. **Quarz, Fluorit** (Rutil, Chlorit). In saurer Randfazies des Diorit von Rusein: I.

**10. Quarz, Epidot**, Amianth, Sphen (Calcit, Adular, Apatit, Hämatit). In epidotisiertem Diorit von Rusein: I. In metamorphem, dioritischem, epidotisiertem, östlichem

Ausläufer des Syenits des Aaremassivs: II. In epidotisiertem Amphibolit des nördlichen Aaremassivs: III, IV, V, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI. In grünem Schiefer des Adulamassivs: VI und VII.

[10a. Quarz, Apatit, Sphen. In Amphibolit des Aaremassivs: I.

11. Zeolithe, meist Desmin, seltener Prehnit, Chabasit, Heulandit. Im Syenit des Aaremassivs: III. In syenitischen Streifen im Urserengneis: I und II.

12. **Quarz**, **Calcit**, Chlorit. In Grünschiefer des Adulamassivs und der südalpinen Diorite: I, II.

[13. **Albit**, **Quarz**. Im Diorit bis Gabbro, jetzt Amphibolit des Aaremassivs: I.

[14. **Albit**, **Apatit**, Chlorit (Quarz, Amianth). Basisches Ganggestein im Urserengneis des Aaremassivs: I.

### IIIa. 2. Serpentin, Lavezstein usw. (48—35 Prozent $SiO_2$).

15. **Adular**. **Quarz**, **Calcit**. **Sphen**, Albit, Chlorit, Zeolithe, wie Desmin, Chabasit, Heulandit, Laumontit, Skolezit (Siderit, Turmalin, Amianth, Rutil, Anatas, Pyrit). In metamorphem Gabbro (Amphibolit) bis Peridotit (Serpentin) des Aaremassivs: I, V, des Gotthardmassivs: III und IV, des Binnentals: II, des Adulamassivs: VI.

16. **Albit**, **Sphen**, Epidot (Prehnit, Monazit, Rutil, Adular, Chlorit, Quarz). In äußerem Rand des Serpentin des Gotthardmassivs: I und V, des Binnentals: II. In Serpentinlinse des nördlichen Gotthardmassivs: IV. Schmale Glimmerschieferzone im Gotthardmassiv: IV.

16a. **Prehnit**, **Epidot**. In Hornblendeschiefer des Aaremassivs: I. In Randfazies des Serpentins, Binnental: II. Von Saasfee III, IV, IVa. In Hornblendeschiefer des Aaremassivs: I.

16b. **Prehnit**, Albit (Calcit, Pyrrhotin, Laumontit). In Serpentin von Zermatt, Binnental und Saasfee: I—IV.

17. **Albit**, **Amianth**, Epidot (Calcit). In basischer Differentiation der Diorite, Hornblendeschiefer, des Aaremassivs: I und II. In basischem Grünschiefer des Adulamassivs: III. In Serpentin des Saastales: IV.

18. **Amianth**, **Asbest** (Pyrit). In Serpentin des Gotthardmassivs: II und III; des Binnentals: IV. In basischer an Serpentin-Lavezstein umgewandelter Differentiation eines Streifens basischer Gesteine im Aaremassiv: I.

[19. **Diopsid**, **Calcit**, Quarz, Asbest, Epidot. Diopsid führende Kontaktzone des Serpentin an Gneis im Binnental und Saastal: I—III.

20. **Dolomit**, Siderit, Calcit, Magnetit, Pyrit, Magnesit (Rutil). In Talklagen im Serpentin bis Lavezstein des Gotthardmassivs: I—III.

20a. **Dolomit**, **Talk**, Ilmenit, Magnesit, aus dem Übergang Serpentin-Lavezstein des Gotthardmassivs: I—II, des Aaremassivs: III.

[21. **Quarz**, **Dolomit**. Kontaktzone Talkschiefer gegen Sedimentgneise des Gotthardmassivs: I.

22. **Talk**, **Ilmenit**. Übergang Serpentin-Lavezstein des Binnentals: I, des Gotthard: II.

[22'. **Talk**, Pyrit, Apatit. Lavezstein des Gotthardmassivs: I.

IIIb. Tremolaserie (57—42 Prozent $SiO_2$).

**1. Albit, Quarz, Chlorit, Ripidolith,** Muskovit, Limonit (Rutil, Calcit, Aragonit, Dolomit, Sphen, Anatas, Pyrit, Apatit, Ilmenit, Pyrit, Amphibol). In Schiefern der Tremolaserie, meist Hornblendegarbenschiefer, in dessen Grundgewebe Plagioklas und Quarz, oder Sericit oder Chlorit vorwiegt: I, II, V, VI, VII, VIII, IX—XIVa. In Glimmerschieferrandfazies des Gotthardmassivs: III und IV.

1'. **Quarz, Albit, Rutil, Ripidolith,** Chlorit (Siderit, Muskovit, Calcit, Pyrit, Aragonit). In Tremolaschiefern mit Biotit-Chlorit die porphyroblastisch oder homöoblastisch ausgebildet in Plagioklas und Quarz führendem Grundgewebe: I—V.

1''. **Albit, Ripidolith,** Rutil (Turmalin). In Tremolaschiefer des Gotthardmassivs mit chloritisierten Hornblendegarben und plagioklasreichen Adern: I, II.

[1'''. **Calcit.** Granathornblendegneis von Zermatt.

**2. Quarz** mit **Amianth, Ripidolith,** Rutil, Calcit, Albit (Siderit, Mesitin, Pyrit, Muskovit, Anatas). In Schiefern der Tremolaserie, Hornblendegarbenschiefer mit sericitisch-quarzitischem oder epidotreichem Grundgewebe: I—IX.

2'. **Quarz** mit **Amianth, Pyrit, Ripidolith,** Periklin, Siderit, Limonit (Muskovit, Calcit, Sagenit, Epidot). In Tremolaschiefer, Hornblendegarbenschiefer mit quarzitischem Grundgewebe, Carbonat und pyritreichen Streifen: I—III.

2''. **Quarz, Calcit,** Aragonit, Siderit, Albit. In Schiefer der Tremolaserie, die carbonatreich: I—IV.

[2'''. **Quarz, Ripidolith** (Desmin). In Tremolaschiefer: I.

3. **Quarz,** Albit, Rutil (Muskovit, Siderit). In nördlicher Randfazies der östlichen Tremolaschiefer: I—IIa.

4. **Albit, Quarz, Turmalin,** Siderit, Limonit, Calcit, Chlorit, Rutil, Pyrit (Muskovit). In nördlicher Randzone der Tremolaschiefer und im angrenzenden Zweiglimmerstreifengneis (Soresciagneis): I—IV.

[5. **Quarz** als **Amethyst** und **Szepterquarz, Limonit,** Siderit (Calcit, Pyrit, Sagenit, Chlorit, Muskovit). In Tremolaschiefer: I, II. In schmaler eisenockerreicher Gneiszone auf der Südseite des Aaremassivs: IIIa und IIIb.

IV A. Kalksedimente. (Im Norden hauptsächlich Jurakalk, im Süden Triasdolomit.)

**1. Calcit.** In Kalksedimenten des Aaremassivs und der nördlichen Voralpen: I—X.

1'. **Fluorit, Calcit.** In Kalksedimenten der nördlichen Voralpen: I—IV.

2. **Quarz, Calcit.** In Sedimenten der Voralpen: I—V.

[2'. **Quarz, Pyrit.** In Dolomit des Tessinermassivs: I.

[2''. **Quarz, Dolomit.** In Dolomit des Binnentals: I.

[3. **Tremolit,** Fluorit, Talk. In Dolomit des Tessinermassivs: I.

4. Die zahlreichen ganz verschiedenartigen Mineralien der hydatopneumatolytischen Sammelkristallisation im Dolomit der zentralalpinen Zone. Südliches Aaremassiv: III und IV. Nördliches Tessiner- und Simplonmassiv: I, II.

5. **Dolomit,** Rutil, Calcit (Quarz, Sphen, Adular). Dolomit des Adula- und Gotthardmassivs und Binnentals: I—III.

5'. **Dolomit.** In Dolomit des Binnentals und Gotthardmassivs.

[5''. **Adular, Rutil, Turmalin**, Phlogopit, Dolomit, Calcit (Quarz). In Dolomit des Binnentals, der mit Kalkglimmerschiefer verknetet ist: I und II.

[5''a. **Turmalin**, Calcit (Quarz, Phlogopit, Pyrit). In Dolomit des Binnentals: I—II.

[5'''. **Adular, Albit**, Dolomit. Dolomit des Adulamassivs: I.

6. **Gips**. In Gips oder Anhydrit führenden Gesteinen: I—IV.

### IV B. Metamorphe, kalkreiche Sedimente, Kalkglimmerschiefer.

1. **Calcit, Margarit**, Quarz, Siderit (Rutil). In Kalkglimmerschiefer des Tessiner- und Simplonmassivs: I—III. 1a wie 1 ohne Margarit. In Kalkglimmerschiefer des Adulamassivs.

1'. **Calcit, Margarit, Albit**, Quarz, Siderit (Rutil). In Kalkglimmerschiefer des Tessiner- und Simplonmassivs: I, II.

1'a wie 1' ohne Margarit. In Kalkglimmerschiefer der Westalpen.

[1''. **Quarz, Albit, Chlorit**. Calcit, Siderit, Ankerit, Braunit, Pyrit, Hämatit. In Eisenoolith des Aaremassivs: I.

[2. **Calcit, Epidot**. In Kalkglimmerschiefer, der Übergänge zu sandigem Konglomeratgestein zeigt, Tessinermassiv: I.

### IV C. Kontakte von Kalksedimenten und Kontaktschollen.

1. **Kalktongranat**, Diopsid, Klinozoisit, Chlorit, Calcit und daneben 1a **Epidot**, Quarz, Calcit (Hornblende, Titanit, Chlorit, Adular). 1a und 1 in Granatdiopsid führender Linse des Gotthardmassivs: I. 1a in Linse des Gotthardmassivs: II.

1'. **Kalktongranat, Quarz** (Adular, Chlorit) in Granat führender Kontaktschliere des Adulagneis: I.

[2. **Kalkeisengranat**, Quarz, Skolezit, Desmin. Kontaktzone von Kalksedimentblock an dioritischem Granit des östlichen Aaremassivs: I.

3. **Kalktongranat, Idokras, Pennin**, Calcit (Diopsid, Apatit, Titanit, Magnetit, Byssolith). In Linsen von kontaktmetamorphem Kalkstein im Serpentin von Zermatt, Binnental usw.: I—VI.

3'. **Pennin**, Calcit. In Serpentin an kontaktmetamorphem Kalksilikat Linsen angrenzend, Zermatt: I.

3''. **Kalkeisengranat, Bergleder** und **Byssolith**, Diopsid, Pennin (Magnetit, Ilmenit, Klinochlor, Sphen, Calcit, Perowskit, Hornblende). In Linsen von kontaktmetamorphem Kalkstein im Serpentin, Zermatt und Binnental: I—IV.

4. **Epidot**, zum Teil **Klinozoisit**, Calcit, Albit (Diopsid, hellgrüne Hornblende, Tremolit, Asbest, Pennin). In Serpentin, Differentiation oder Rest von kontaktmetamorpher Linse, Zermatt und Saasfee: I—IV.

[5. **Lazulith**. Auf sehr engen Spalten des Serpentins von Zermatt: I und II.

[6. **Skapolith**, Quarz (Muskovit, Calcit, Rutil). In kontaktmetamorph beeinflußten (?) Gesteinen des Tessinermassivs: I—IV.

## B.

### 1. Paragenesen, die den alpinen am nächsten stehen.

In Hornblendegneisen und Hornblendeschiefern am Fuchsköpfle bei Freiburg hat A. L. Fischer[1]) Calcit, Prehnit, Datolith in Klüften und unregelmäßigen Hohlräumen beobachtet. Es läßt sich aber nicht entscheiden, ob diese Mineralien, wie Fr. Graeff (Steinmann und Graeff, Geol. Führer der Umgebung von Freiburg, 1890, Freiburg i. B., p. 27) annimmt, schon während der Faltung und des Metamorphismus der Gneise, oder erst zu einer späteren Zeit entstanden sind. A. Lacroix[2]) hat in der ganzen Kette der Pyrenäen in den verschiedenartigsten Gesteinen auf Spalten gut kristallisierte Zeolithe, Chabasit, Laumontit, Heulandit, Desmin usw. beobachtet. Er führt ihre Entstehung auf Zersetzung der basischen Feldspäte und des Dipyr, der in den sedimentären Kalksteinen ein häufiges Kontaktmineral ist, zurück; er glaubt, daß die Zeolithe heute noch unter dem Einfluß atmosphärischer Niederschläge entstehen. Die Synthesen lassen eine solche Kristallisation von Zeolithen unter 100$^0$ wohl möglich erscheinen, doch ist m. E. im Hinblick auf die Größe der Kristalle und die einheitliche Sukzession wahrscheinlicher, daß diese Mineralien sich am Ende der Kontaktmetamorphose und Gebirgsbildung unter dem Einfluß warmer wässeriger Lösung gebildet haben.

Zwischen den alpinen Vorkommen und den obenerwähnten in den Pyrenäen stehen die von A. Sigmund[3]) beschriebenen Kluftminerale der Brucker Hochalp. Die höchstens 2 mm bis 3 mm weiten Querklüfte stehen senkrecht zur Schieferung des Gesteines, welches meist an der Kluftwandung zersetzt ist. Im Plagioklasamphibolit (Labrador) finden sich Chabasit, Heulandit, selten Skolezit (wie Hptverz. IIIa, 11); ferner dort wie im Biotitgneis: Desmin und Prochlorit. In den Amphiboliten außerdem seltener Epidot, sehr selten Quarz, Eisenglanz, Titanit, Calcit, Pyrit. Erzgänge stehen dort nicht in der Nähe an. Am Gatschberg (vorderes Sölltal, Steiermark) entdeckte A. Sigmund[4]) auf Kluftflächen des Chloritschiefers Anatas, fast ganz eingehüllt von ockerigem Brauneisenerz (ähnlich wie Hptverz. IIIb 1, 2, wo aber noch andere Mineralien vorkommen), ferner an anderen Stellen Rutil und Sphen, Pseudomorphosen von Limonit nach Braunspat und Calcit (Hptverz. IIIb 2). In der Nähe beobachtete Sigmund saigere, mehrere Dcm. mächtige Quarzgänge, die m. E. auf Zufuhr aus der Tiefe weisen. Im übrigen sind in der Steiermark Mineralien des alpinen Typus selten, während die von Erzlagerstätten (Eisenspatlager und epigenetischen Gänge) häufig sind. Die Talklager zeigen metamorphe Gesteinsmineralien, aber keine eigentlichen Kluftmineralien.

V. M. Goldschmidt[5]) erwähnt aus dem norwegischen Hochgebirge bei Finse Mineralklüfte von alpinem Typus; aus dem „Hochgebirgsgneis" („Orthogneis?) Adular und Quarz, und aus der Phyllitformation Quarz und Albit, außerdem andere Mineralien, über deren Vor-

---

[1]) A. L. Fischer, N. J. f. Min., 1862, p. 432.

[2]) A. Lacroix, C. R. **109** p. 717, 1889; **114** p. 377, 1892; **122** p. 76, 1896 und Guide, Congrès intern. geol., Paris 1900, III, p. 17.

[3]) A. Sigmund, Mitteil. Naturwiss. Ver. für Steiermark **53**, p. 239, 1917.

[4]) A. Sigmund, Ctbl. f. Min., 1913, p. 666.

[5]) V. M. Goldschmidt, Zt. f. Krist. **51**, p. 28, 1912.

kommen näheres nicht mitgeteilt wird. In der Tatra am Rohatkapaß hat Morozewicz[1]) Chabasit und Desmin als Kruste in Spalten eines Biotitgranit, der etwa 60 Prozent basischen Oligoklas enthält, gefunden. In schmalen Spalten desselben Granites an der Mengsdorfer Spitze hat W. Pawlica[2]) folgende Paragenese beobachtet: Albit (2), Epidot (1), Prehnit (1—2), Calcit (3) in ganz kleinen Kristallen.

## 2. Paragenesen der magmatisch-hydatogenen und pneumatolytischen Endphasen.

Den alpinen Mineralien verwandt ist eine Gruppe pegmatitischer Ausscheidungen, die erst in neuerer Zeit genau studiert wurde. A. Lacroix[3]) erwähnt von Madagaskar Adern von Quarz (in Nachbarschaft eines Beryllpegmatits), die aus äußerst großen Individuen bestehen und bisweilen schwach rosa gefärbt sind. Dieser Quarz enthält z. B. bei Ampangabe bei Miandarivo Einschlüsse von großen Epidotkristallen, von Ripidolith, andernorts von Turmalin, Muskovit, Rutilhaaren (ähnlich wie am Piz Aul bei Vals). Solche Bruchstücke, die in den Museen häufig zu sehen sind, können leicht mit alpinen Vorkommen verwechselt werden. Etwas anderer Entstehung, aber noch nahe verwandt, sind die Quarzvorkommen in den Provinzen von Antsirabe und Ambositra. Metamorphe Quarzite sind dort von Edelstein führenden Pegmatiten durchzogen. In ihnen sind Erweiterungen kleiner Quarzadern, vielleicht vom Druck des hocherhitzten Wassers, zu Höhlen aufgeblasen worden. Die Wände sind lediglich von Quarzkristallen besetzt. Zu erwähnen ist ferner aus dem Norden von Madagaskar eine Art Übergang zu Erzgängen, nämlich Gänge von Quarz, der aus dicht aneinandergereihten Quarzprismen zusammengesetzt ist, zwischen denen sich etwas silberhaltiges Gold befindet. A. Lacroix stellt die Lager von Glasquarz in der brasilianischen Provinz Minas Geraes und in den cristal mountains in Arkansas zum gleichen Typus. E. S. Bastin[4]) erwähnt unter den Pegmatiten von Maine als besondere Phase oder Differentiation des pegmatitischen Magmas neben der fluorreichen Phase, und den natrium- und lithiumreichen Phasen, eine quarzreiche Phase, in der auch Rosenquarz vorkommt. Hierbei ist (wie auch in Finnland nach E. Mäkinen[5])) der Rosenquarz in der Mitte des Ganges konzentriert. Doch ist in Maine häufiger, daß Quarzadern vom Pegmatit aus in das Nebengestein, einen Gneis, entsandt werden. Einen besonders schönen klaren Fall (bei Paris, Oxfordcounty, Maine) hat Bastin in einer Zeichnung wiedergegeben. Diese Quarzadern enthalten zerstreut schwarzen Turmalin, Muskovit und auch etwas Orthoklas. Rosenquarz findet sich in den Vereinigten Staaten sehr schön in der Red Rose mine in South Dakota. In Finnland[6]) ist Rosenquarz nicht als besonderer Gang, sondern in der Mitte eines Pegmatitganges an zwei Orten, Haiponmäki und Pakkalanmäki, ausgeschieden.

P. v. Groth hebt die Ähnlichkeit der Lagerstätten in Alexander und Burke Cty in Nordkarolina mit den alpinen Mineralklüften hervor. Auf querspaltenartigen Hohlräumen

[1]) J. Morozewicz, Kosmos (**34**), p. 580, 1909, Lwow (Lemberg).
[2]) W. Pawlica, Bull. Acad. Sciences, Krakau (A) 1916, p. 54.
[3]) A. Lacroix, C. R. **155** p. 491, 1912.
[4]) E. S. Bastin, Bulletin 445, U. S. Geological Survey.
[5]) E. Mäkinen, Geol. Fören. Stockholm Förhandl. **39**, II, p. 121, 1917.
[6]) P. v. Groth, Topogr. Übersicht der Minerallagerstätten. Berlin 1917, p. 62.

im Gneis treten Quarz mit Rutil, Carbonaten, Apatit, Monazit, Albit, Kalifeldspat und Spodumen auf. Diese Spaltenbildungen sind wie die vorher erwähnten die Ausstrahlungen einer Endphase von Pegmatiten. Die alpinen Vorkommen nähern sich mehr (vgl. folgendes (3.)) der Endphase von Erzgängen.

Noch näher den alpinen Vorkommen stehen diejenigen Ausfüllungen von Klüften im Granit von Striegau, zu denen sich stellenweise die „Kopfabgänge" des Granits erweitern. Gürich[1]) nennt als Kluftmineralien: Quarz (1), Flußspat (2), Pyrit (3), Chabasit (4), Calcit (5). Wahrscheinlich ist beim Abschluß der Pegmatitbildung eine teilweise erkaltete Lösung, welche nur die bei tiefster Temperatur auskristallisierenden Mineralien enthielt, in diese Spalten eingedrungen. Ob hierbei das Gestein in der Umgebung zersetzt wurde, ist nicht angegeben.

Auch die Bildungen pneumatolytischer Endphasen sind den alpinen nahe verwandt, so die Adern von Axinit und Datolith auf kleinen Spalten im Diabas[2]), die an vielen Orten vorkommen, oder die Mineralien Calcit, Datolith, Pektolith, Brucit, Zeolithe usw. aus Lösungen, die hauptsächlich Wasser, Kohlensäure und wenig Borsäure enthielten, auf auf Spalten des Serpentins, z. B. Hoboken, New Jersey und Montville, Morris Cty.

### 3. Alpine Paragenese und Erzgänge.

Die Drusen von Ergußgesteinen haben mit den alpinen Klüften nur die Zeolithe gemeinsam, während die ersten Kluftmineralien der alpinen Paragenese: Adular, Albit usw. fehlen; außerdem sind in den Drusen viele instabile Produkte, wie Chalcedon, Tridymit, Christobalit, Opal ausgeschieden, die in den alpinen Klüften nie vorkommen. Viel näher sind die alpinen Mineralien den Erzgängen verwandt. E. Weinschenk[3]) hat nach dem Vorgang von Breithaupt die alpinen Vorkommen, wobei er von denen des Serpentin absieht, als Titanformation zusammengefaßt und vergleicht sie mit der Zinnerzformation. Bergeat[4]) hatte sich dieser Auffassung angeschlossen. Beispiele von Paragenesen der Zinnerzgänge, die für diese Anschauung sprechen, sind z. B.: Brookit, Siderit mit Chlorit und Anatas von Virteous lady mine, Tavistock, von Tintagel-cliff: Anatas, Rutilnadeln, Calcit, Monazit, Quarz, Albit (vgl. Bowmann[5])).

Anm. Die bekannten in den größeren Sammlungen vertretenen Stufen von Tremadoc am Snowden, wo auf einem umgewandelten Ergußgestein Brookit, Quarz, Albit, seltener Anatas aufgewachsen sind, sehen in Habitus und Menge der Assoziation alpiner Kluftmineralien im Grieserental (Hptverz. IIb 4 und 4') sehr ähnlich. Es ist aber nicht bekannt, ob bei Tremadoc Erzgänge aufsetzen.

Näher noch als den Zinnerzgängen stehen die alpinen Vorkommen, wenn man den gesamten Bestand der Kluftmineralien nicht nur die mineralogisch interessanten, aber doch seltenen Titanmineralien ins Auge faßt, den aus Lösung chemisch niedergeschlagenen Spaltenausfüllungen (Kemp), den epigenetischen Bildungen in der Bezeichnung von Stelzner und von Beck oder den Erzganglagerstätten, wie sie von Fuchs, de Launay, Bergeat, Beyschlag, Kruseh und Vogt genannt werden. Für die genauere Zuteilung in diese

---

[1]) G. Gürich, Jahrb. Preuß. Geol. Landes **36**, Teil II, Heft 3, p. 602, 1915.

[2]) O. Mügge, Ztbl. f. Min., 1910, p. 529.

[3]) E. Weinschenk, Zt. f. Krist. **26**, 337, 1896.

[4]) A. Bergeat und A. W. Stelzner, Erzlagerstätten, Lpzg., I, 1904.

[5]) H. L. Bowmann, Zt. f. Krist. **33**, 121, 1900.

Gruppe, die jetzt in allen Lehrbüchern übereinstimmend, wenn auch mit verschiedenen Namen definiert ist, eignet sich am besten die Klassifikation von W. Lindgren (Economic Geology 2, p. 105, 1907), der die aus wässerigen Lösungen ausgeschiedenen Erzgänge nach der Tiefe, in der sie abgesetzt wurden, unterscheidet. Wie ein Blick auf die Tabellen von Lindgren (p. 123) sofort zeigt, stimmen die Mineralien der mittleren und oberen Gangzone mit den alpinen am besten überein. Diese Zonen enthalten neben den Erzen: Chlorit, Epidot, Albit, Adular, Baryt, Cölestin, Dolomit, Siderit und Anhydrit.

In dieser Gangspaltengruppe der mittleren und oberen Zone gleicht den alpinen Vorkommen am meisten die „junge Gold- und Silbergruppe“ (nach der Bezeichnung von Beyschlag, Krusch, Vogt), z. B. Schemnitz, Creeple Creek, Comstock Lode, Guanajuato, ferner Traversella und La Gardette. Schon etwas weiter steht die „alte Blei-Silber-Zinkerzganggruppe“ im Oberharz und im sächsisch-böhmischen Erzgebirge, auch Pribram.

Die Propylitisierung des Nebengesteins, die zuerst G. F. Becker[1]) am Comstock Lode erforscht hat, ist analog der Gesteinszersetzung an der Kluft in den Alpen. Demgemäß zeigen auch diese Erzgänge eine mehr oder minder ausgeprägte Abhängigkeit vom Nebengestein, die seinerzeit der Ausgangspunkt für die Lateralsekretionstheorie war, die aber nur für die alpinen Mineralien vollkommen zutrifft; denn je weniger feste Substanzen in den aufsteigenden Lösungen enthalten waren, um so stärker machte sich naturgemäß in der Paragenese der kristallisierten Mineralien der Einfluß des Nebengesteins allein geltend.

Anhydrit als Gangmineral auf Erzgang hat W. Lindgren[2]) festgestellt. Begleitmineralien waren Chalkopyrit, Pyrit, Turmalin, Siderit, Hämatit, also Mineralien der alpinen Vorkommen (nur Chalkopyrit als Kluftmineral ist selten, da er im Erzgang von der Lösung heraufgebracht wird. Anhydrit kommt aber als Einschluß im Quarz wie in den Alpen[3]) in salzführenden Tonen der Pyrenäen (Beaugey, Zt. f. Krist. 20, 274, 1892) und ebenso nach d'Achiardi in Gipsgruben der Toskana vor (Zt. f. Krist. 32, 524, 1900).

Über den direkten Zusammenhang von Erzgängen und alpinen Mineralklüften und über das Aufsteigen von Lösungen aus der Tiefe können wir in den Zentralalpen und im westlichen Teil der Ostalpen nur auf Grund der noch sehr unvollständigen Untersuchung von Flüssigkeitseinschlüssen in Kristallen einige Vermutungen anstellen. Dagegen ist östlich vom Zillertal eine engere Beziehung zwischen Erzgängen und alpiner Mineralbildung wahrnehmbar. Die „alte Golderzganggruppe“ der hohen Tauern und Lungauer Tauern ist m. E. miozän und gleichaltrig mit den Kluftmineralien; denn in beiden sind die größeren Kristalle unverletzt geblieben, müssen also nach der stärksten Alpenfaltung entstanden sein.

Beispiele für diese Zusammenhänge sind namentlich in der schönen von E. Fugger aufgestellten Sammlung im Museum zu Salzburg zu sehen, z. B.: Der Erzgang von Schelgaden (Lungau) hat eine bestimmte Sukzession; auf den Erzen sind alpine Mineralien (1) aufgewachsen, daneben aber auch solche, die in derart größerer Menge nur in Erzgängen vorkommen, wie Baryt, Scheelit, Fluorit (2). Auch der bekannte Erzgang von Dienten

[1]) G. F. Becker, U. S. Geol. Surv. Mon. III, 1882.

[2]) W. Lindgren, Econ. Geolog. 5, 522, 1910.

[3]) Besonders auffallend ist das Vorkommen von Anhydrit im Quarz in den alpinen Klüften. Daß er als eines der frühesten Kluftmineralien auftritt, ist weniger verwunderlich, da seine Löslichkeit eine viel geringere ist als die von Gips und im Gegensatz zu letzterer mit steigender Temperatur zunimmt.

zeigt die für den Phyllit, in dem er aufsetzt, charakteristischen alpinen Mineralien in der ihnen eigenen Ausbildung: Dolomit (1), Quarz (2).

Im Habachtal finden wir hauptsächlich alpine Vorkommen (wie Desmin auf Amphibolit, ferner Laumontit (2), Prehnit (1), Calcit (1) auf Amphibolit, ferner Adular (1), Apatit (2) auf einem aplitischen Orthogneis in Sukzession, Mengenverhältnis und Habitus ganz ähnlich dem Vorkommen im Urserengneis (Hptverz. I 6a und 6b), ebendort auch Adular mit Chlorit (wie am P. Vallatsch, Hptverz. I 7), dicht daneben Erzgänge, so am Gamseck in der Alp Reintal und an der Kesselscharte, wo den Sericitgneis ein Quarzgang mit Galenit durchsetzt, in dessen ausgehenden Spalten Turnerit auf Rauchquarz gefunden wird. Der Erzgang an der Axelalpe (Teil III Litt. Ga p. 237) zeigt rosagefärbte Fluoritoktaeder wie die des Aaregranit. Auch ein Erzgang des Weichselbachtals nähert sich sehr den alpinen Vorkommen. Die gut erhaltenen nicht zerbrochenen Mineralien sind hier ebenso wie die alpinen Kluftbildungen nach den Hauptgebirgsbewegungen entstanden. Auch im Untersulzbachtal besteht wohl ein Zusammenhang zwischen dem Epidotvorkommen an der Knappenwand und dem benachbarten alten Kupferbergwerk.

Die Mineralien der Erzgänge und der ihnen benachbarten Spalten am Goldberg in der Rauris weisen ebenfalls viele alpine Züge auf, so die Paragenese von Albit, Quarz, Calcit, Chlorit. Ähnlich am Hochnarr, wo kleine Spalten im Gneis mit Zinkblende erfüllt sind, anderseits aber auch erzfreie Klüfte vorkommen mit Kalkspat (1), Rutil (2—3), Chlorit (2) auf Schiefern, die den Bündnern Schiefer ähnlich sind. Dort findet man ferner in den Schiefern, die den Tremolagesteinen verwandt sind: Quarz, Rutil einschließend, mit einer Rinde von Nakrit (?), Adular, Sphen, Sagenit. In Klüften von Hornblende-Chloritschiefer findet sich: Adular mit Calcit, ferner auf Phylliten und Sericitgneisen: Calcit und Quarz, auf dem Anatas und Euklas sitzen (Hptverz. IIb 2 und 2'), außerdem eine Paragenese: Quarz mit Rutil, Anatas, Brookit, kleinem Adular, Braunspat (Hptverz. IIb 2, 2' und 3'). Im Großarltal (Kardeis, Hochalp) setzt in Chloritschiefer und Serpentin ein Erzgang auf, der dort mit dem Vorkommen alpiner Mineralien auf Spalten: Albit, Sphen, Hämatit in direktem Zusammenhang steht. Die Erzgänge am Ingelsberg bei Gastein im Serpentin enthalten die alpine Paragenese der Kluftmineralien des Serpentin wie in Zermatt.

Am andern Ende des Alpenbogens im Südwesten, z. B. am Südabhang des Monte Rosa, im nördlichen Piemont, in der Dauphiné sind alpine Mineralien sehr selten; aber die Mineralien der Erzgänge, z. B. von La Gardette, von Traversella zeigen Ähnlichkeit mit den alpinen. Sie sind unverletzt wie diese, also jünger als die letzten großen geotektonischen Bewegungen. A. Lacroix erwähnt gelegentlich (Minéralogie de France 3, p. 185) für die Anatasvorkommen im Galeniterzgang von Grand Clot in der Dauphiné, daß man diese Lagerstätten von den vorher von ihm erwähnten alpinen der Romanche nicht trennen kann. In den Zentralalpen selbst nähern sich nur wenige Vorkommen denen der Erzgänge. Im Aare- und Gotthardmassiv haben die jetzt sichtbaren spärlichen und wenig reichen Erzgänge mit den Kluftmineralien nichts zu tun. Die ersteren[1]) sind gepreßt, zer-

---

[1]) Folgende prätriadische Erzgänge im Aare- und Gotthardmassiv zeigen an ihren Mineralien deutlich die Spuren der tertiären Pressung und Quetschung: Quarzbleiglanzgang am Corandoni bei Piora, ferner im Inschialptal bei Amsteg; Erzgang von Arsenikkies, Kupferkies, Zinkblende mit Quarz an der

trümmert, treten im Aaremassiv nur in den Sericitgneisen und Schiefern auf und sind Ausläufer der prätriadischen, dioritischen und granitischen Intrusionen, während die Kluftmineralien postoligozän sind. Doch erinnert das kartographische Bild der mineralführenden Klüfte dieser Massive durch seine lokale strichweise Häufung an das Auftreten von Erzgängen und weist wohl auf dieselben tektonischen Ursachen hin.

Es sind auch Anzeichen dafür vorhanden, daß die oben nur Wasser und Kohlensäure aber keine feste Stoffe enthaltenden Lösungen in heute unzugänglichen Tiefen dieser Massive stellenweise Erze mit sich führten und abgesetzt haben. Im Gotthardtunnel wurde auf Calcitrhomboedern in Begleitung von Quarz und Pyrit Gold gefunden (vgl. Studer, Litt. Teil III und die Stufe im Naturhist. Museum Bern). Mit Erzgängen im Zusammenhang standen vielleicht die Klüfte in den Sericitschiefern bei Amsteg, im Griesern-tal und am Ried. Die ausgedehnten Klüfte im Granit dagegen zeigen nur infolge ihres großen Rauminhaltes also wegen der großen Menge von ausgelaugtem Gestein etwas Galenit. Ebenso führen die Spalten im Tremolaschiefer nur infolge gelegentlicher Anreicherung von Pyrit im Gestein dieses Erz (oft in großen Kristallen) auch in der Kluft. Eine nähere Verwandtschaft zu den Erzgängen zeigen scheinbar die berühmten Mineralvorkommen am Ausgang der Val Cornera (Cornera und Cavradi bei Tschamutt). Die große Menge von Hämatit dort ist auffallend, kommt aber auch anderwärts vor (Lucendro, Alp Lercheltini); dazu gesellt sich, allerdings sehr spärlich, Baryt, Strontianit, Chalkosit. Am wahrscheinlichsten ist die Annahme, daß in den Corneraschiefern prätertiäre Erzgänge mit Baryt vorkamen. P. Niggli und W. Staub erwähnen ein Schwerspatlager in der Fortsetzung der Zone der Corneraschiefer am Pazzolabach. Diese Erzgänge wurden bei den tertiären Bewegungen zertrümmert, und ihre Mineralreste kamen bei der Bildung der Kluftmineralien umkristallisiert wieder zutage.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen Erzgängen und alpinen Mineralien bestehen in folgendem: Die Lösungen der Erzgänge haben in der Hauptsache Mineralien abgesetzt, die nicht in dem umgebenden Gestein enthalten sind; sie haben feste (bei der betreffenden Temperatur in festem Zustande existenzfähige) Bestandteile aus der Tiefe heraufgebracht, während die Lösungen der alpinen Mineralklüfte im wesentlichen nur Wasser und Kohlensäure, daneben nur etwas Cl und $SO_4$, die nicht aus dem Gestein stammen, enthalten. Die ausgeschiedenen Mineralien der alpinen Klüfte sind völlig durch das Nebengestein bedingt, die der Erzgänge nur teilweise. Die alpinen Mineralvorkommen sind Erzgänge ohne Erz.

Ferner ist das Mengenverhältnis und die Sukzession bei den Erzmineralien ganz verschieden von den alpinen Vorkommen. Auf den Erzstufen finden wir meist nur eine geringe Zahl Nichterze, häufig nur 2—3, aber diese in großer Menge (pro qcm), oft in dicken Krusten, so z. B. Fluorit, Apatit, Calcit, Baryt, oder auch Bormineralien. Die Sukzession ist wechselnd, bisweilen kommt auch ein Mineral in mehreren Generationen vor. Bei den alpinen Vorkommen finden wir dagegen meist mehr als 3 Mineralien und diese, von Quarz abgesehen, alle in kleinen Mengen. Die Sukzession ist eindeutig. Nur

Stube im Tieftal (Teuflauital) bei Amsteg. Die Erzgänge sind im Aare- und Gotthardmassiv selten, ebenso wie die Pegmatite. Das scheint stets die Regel zu sein, wenn die Intrusivgesteine, zu deren Gefolge sie gehören, während der Erstarrungsperiode stark bewegt wurden, wie hier die prätriadischen Orthogneise und Gabbro-Peridotite.

wenige alpine Mineralfundorte gleichen im Mengenverhältnis der Silikate (Erze fehlen stets) den Erzlagerstätten, so einige Vorkommen mit dicken Krusten von Axinit und Epidot von Bourg d'Oisans, das von Heulandit- und Desminkrusten auf viel grünem Fluorit von Viesch. Die Verteilung der alpinen Minerallagerstätten ist wie die der Erzgänge durch tektonische Ursachen und durch das Vorhandensein von Lösungen bedingt. Letztere waren juvenil und vados in den Alpen am Ende der Faltungen wohl überall zugegen. Ihre Temperatur nahm ab nach der Peripherie der Massive, sowie nach dem Ost- und Westende des Alpenbogens. Im Gestein selbst ist die chemische Dynamometamorphose, die Saussuritisierung des Plagioklas, die Bildung von Epidot, Muskovit usw. durch diese Lösungen bedingt; sie geht dem Aufreißen der Klüfte und der Ausscheidung der Kluftmineralien voraus. Verlangt man Intrusivmassen, zu deren hydatogen-pneumatolytischer Endphase die aufsteigenden juvenilen Lösungen gehört hätten, so müßte man die Analoga zu den horizontal weit entfernten tertiären, südlich vom Aare-Gotthard- und nahe vom nördlichen Tessinermassiv gelegenen periadriatischen Graniten und anderen Eruptivgesteinen suchen. In der Zentralschweiz blieben sie in der Tiefe stecken; das Magma ist da durch die tertiären Faltungen und Überschiebungen nur in eine etwas höhere Zone geknetet worden. Die Erwärmung der oberen jetzt anstehenden Gesteine war hauptsächlich mechanisch verursacht.

## Ergänzungen zum ersten Teil der Abhandlung über alpine Minerallagerstätten (Vals-Platz).

Im Habitusverzeichnis sind die seltenen, nur an einigen Kristallen einer Kluft auftretenden Flächen in eckige Klammern gesetzt. Der p. 13 erwähnte Fundort des Danburit von Lampertschalp, dessen genaue Lage, wie dort erwähnt, mir unbekannt ist, liegt wahrscheinlich etwa 1 Stunde östlich und nicht nördlich der Hütte von Lampertschalp fast in gleicher Höhe mit dieser am Fuß des Piz Casanell. Für den Danburit wurden die Flächensymbole nach der Beschreibung von V. Goldschmidt gegeben. Da aber sonst alle Bezeichnungen an das Handbuch von Hintze angeschlossen wurden, so seien hier die Flächen in dieser Aufstellung ausgedrückt:

(100) (120) (142); (110) (010) (101) (121) |(5, 13, 0)|.

Die zwei Vorkommen: 8) aus dem Glimmergneis mit Quarz, Epidot, Fluorit, Sphen und 6) aus dem Adulagneis mit Epidot, Fluorit, Quarz bei Alp Leiß stammen, wie nochmalige genaue Untersuchung des Materials zeigte, wahrscheinlich vom selben Ort, so daß 8), dessen Fundort mir nicht bekannt war, zu streichen ist.

Der Granat von Alp Leiß (l. c. p. 18 (7)) ist sehr klein, stark korrodiert, aber frei von Einschlüssen und nur in wenigen Kristallen vorhanden. Er ist gelbbraunrot mit schwacher optischer Anomalie, entweder ein Kalkton- oder Kalkeisengranat. Der Brechungsindex für gelbgrünes Licht ist etwa 1,75. Vermutlich ist es also ein Hessonit, ähnlich wie der vom Maigelstal und von Ala.

Der Rauchquarz vom Piz Frunt 1) zeigt $(50\bar{5}3)$ seltener als dem Tessiner Habitus 5 entspricht. Er hat H 1 mit $(40\bar{4}1)$; $(80\bar{8}5)$ $(0, 17, \bar{17}, 1)$ [$(14, 0, \bar{14}, 3)$ $(51\bar{6}1)$ $(50\bar{5}3)$]. Die Kristalle liegen häufig || c auf der Stufe, was anderwärts sehr selten. Der Rauchquarz vom Piz Frunt 4') zeigt ebenfalls $(50\bar{5}3)$ selten; sein Habitus ist nach genaueren Mes-

sungen: H 1 mit $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$; $(30\bar{3}1)$ [$(13, 0, \overline{13}, 3)$ $(50\bar{5}3)$ $(0, 8, \bar{8}, 5)$ $(51\bar{6}1)$] oder H 1 mit $(40\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(05\bar{5}3)$. Der Rauchquarz von 9) zeigt H 1 mit $(30\bar{3}1)$; $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$ [$(45, 0, \overline{45}, 16)$].

Der korrodierte Calcit mit H 7 vom P. Aul (p. 16) ist besonders für die Fundorte 2, 4, 4' am P. Aul charakteristisch. Der Monazit (p. 18) von Alp Moß (4') ist nach b langgestreckt. Das Zitat H. L. Bowmann steht Zt. f. Krist. 33 p. 118, 1900. Die Hornblende (p. 19) von der Marchegg (2) zeigt (110) (011). — Für den Säntis kommt Hauptrogenstein als Träger des Fluorcalcium nicht in Betracht, weil dort nach Mitteilung von Herrn M. Mühlberg der Dogger sicherlich in der tonigen alpinen Fazies zu erwarten wäre. Das bestätigt meine Auffassung, daß teilweise der Schrattenkalk, andernorts vielleicht Valangien oder Malm das Fluor geliefert haben. Nach Mitteilung von Herrn A. Buxtorf ist das Vorkommen vom Adlerberg bei Pratteln dem von Muttenz erwähnten ganz analog. Zu dem Coelestin von Mokattam ist die Untersuchung von K. Andrée, N. J. Min., Blbd. 27, p. 343, 1913 zu erwähnen.

Die Vorkommen der Rauris bieten in mancher Hinsicht ein Analogon zu denen des Adulamassivs. Hier wie dort sind verschiedenartige Gesteine auf kleinen Raum zusammengedrängt und stark zertrümmert. In der Rauris sind aber die Mineralklüfte wahrscheinlich eine Fortsetzung größerer Erzgänge (vgl. oben), im Adulamassiv sind nur wenige Spuren von Erzgängen zu bemerken und von den im Aaremassiv und Gotthardmassiv in Klüften vorkommenden Erzen (Pyrit häufig, Galenit seltener) ist Galenit im Adulamassiv nur auf den Quarzgängen von Fanella, Pyrit ist sehr selten. Die Lösungen im Adulamassiv brachten also weder Erze mit, weil jüngere Eruptive dort fehlen, noch fanden sie solche in dem Gestein an den Klüften, das von ihnen zersetzt wurde, vor, sie waren wohl wesentlich vados.

---

Anm. b. d. Korr. In der Zwischenzeit (4. April 1919) haben die „Petrographischen Untersuchungen in den Bergen von der Umgebung von Vals" von H. Ph. Roothaan, Jahresber. Nat. Ges. Graubünden, viel neue wertvolle Ergebnisse gebracht. Im folgenden seien nur die Punkte erwähnt, bezüglich deren ich anderer Ansicht bin. — 1. Zu p. 11 Die Kluftmineralbildung hat mit der Injektion nichts zu tun, da erstere nach den Überschiebungen, letztere vor den tektonischen Bewegungen statt hatte. 2. Zu p. 4 Nur ein Teil des Adulagneis gehört m. E. zu den Injektionsgesteinen. 3. Zu p. 32 Nur von einem Teil der Grünschiefer habe ich behauptet, daß sie aus eingeschmolzenen Sedimenten entstanden sind. Die andern dagegen habe ich ausdrücklich zu den Eruptiva gestellt (vgl. Teil I p. 10). 4. Zu p. 41 Der von Erb angegebene Fuchsit wurde nicht erwähnt, da er Gesteinsmineral ist. 5. Zu p. 45 Für die Abtrennung des Glimmerschiefers vom Piz Aul, von den andern war mir nicht das Alter entscheidend, sondern die Tatsache, daß er petrographisch und tektonisch mit dem eigentlichen Bündnerschiefern, den Via Malaschiefern nichts zu tun hat. Das bestätigt, soviel mir scheint, Roothaan. 6. Zu p. 41 Roothaans Ansicht über das Alter der Marmore ist bis jetzt ebenso hypothetisch wie meine. Doch mag der Marmor eher zu Lias als zu Trias gehören.

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 12. Abhandlung

# Über alpine Minerallagerstätten

## Dritter Teil

Von

**J. Koenigsberger**
in Freiburg i. Br.

Mit einer Tafel

Vorgelegt am 8. Februar 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

I. Teil.

I. Minerallagerstätten von Vals-Platz (Graubünden).

II. Fluoritvorkommen in der Schweiz (nördlich der Alpen).

(S. Abh. Bd. XXVIII, 10. Abh., 1917.)

II. Teil.

A. Übersicht über die zentralalpinen Mineralassoziationen.

B. Paragenetische Beziehungen zu den Endphasen mineralogener Vorgänge.

III. Teil.

Hauptverzeichnis der zentralalpinen Mineralassoziationen und Fundorte mit kristallographischer Beschreibung der Mineralien.

# III. Teil.

## Hauptverzeichnis der zentralalpinen Mineralassoziationen und Fundorte mit kristallographischer Beschreibung der Mineralien.

### 1. Einleitende Bemerkungen.



### 2. Literaturverzeichnis.



### 3. Hauptverzeichnis.

### 4. Anleitung zur Bestimmung der Fundorte zentralalpiner Mineralstufen.

---

### 1. Einleitende Bemerkungen.

a) Richtlinien der Beschreibung. Die Angaben des folgenden Verzeichnisses der Mineralassoziationen der Schweizer Zentralalpen beruhen, soweit sie in das auf der Karte der Münchner Sammlung dargestellte Gebiet (Aare-, Gotthard-, Tessinermassiv) fallen, zumeist auf eigenen Beobachtungen in der Natur. Die zugehörigen Stufen sind v. V. am Fundort gesammelt und wurden für die Angaben des Verzeichnisses und für die goniometrischen Messungen benutzt[1]). Im Gotthard-, Tessiner- und Aaremassiv enthält das Verzeichnis wohl alle wichtigeren Fundorte. Die Vorkommen im Gotthardtunnel wurden nach der Beschreibung von Stapff und nach eigener Beobachtung an den Stufen in den Sammlungen in das Verzeichnis miteingereiht. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den früheren Beschreibungen Schweizer Mineralvorkommen und der hier gegebenen liegt in der Zusammenfassung. Man hat früher meist alle Mineralien, die auf Stufen mit gleicher Fundortsbezeichnung vorkommen, als Assoziation dieses Fundortes aufgeführt, während hier nur solche Mineralien, die entweder auf einer Stufe oder (nach eigener Beobachtung) in einer Mineralkluft gemeinschaftlich vorkommen, als Assoziation zusammengefaßt werden. Das ist für die Anwendung der Phasenregel von Bedeutung.

Das Fundortsverzeichnis in der vorliegenden Form ist zufolge einer freundlichen Aufforderung von Herrn Prof. P. v. Groth zusammengestellt worden, und war ursprünglich

---

[1]) Diese Stufen befinden sich jetzt in der Mineraliensammlung des bayerischen Staates in München, im Alpinen Museum in Bern oder sind noch in meinem Besitz.

zur Erläuterung der schweizerischen zentralalpinen Mineralstufen der mineralogischen Sammlung der Münchener Akademie bestimmt. Es ist jetzt erweitert worden, aber eine Materialsammlung geblieben, eine Ergänzung zu den Mineralstufen aus den Schweizer Zentralalpen in den Sammlungen. Von den Ansichten und Folgerungen unabhängig wurde zunächst die mineralogisch-kristallographische Beschreibung möglichst aller zentralalpinen paragenetischen Typen im Anschluß an die geognostisch-geologische Kartierung erstrebt. Die Mineralparagenese des Binnentals wurde aber nur vergleichsweise mit berücksichtigt, da zusammenfassende Beschreibungen schon von H. Baumhauer (vgl. Literatur) und namentlich in einer ausführlichen illustrierten Monographie von Ch. Desbuissons gegeben wurden. Die Vorkommen in den Ostalpen wie in den Westalpen wurden bisweilen zur Vergleichung herangezogen. Für die ersteren liegen insbesondere die Untersuchungen von E. Weinschenk im Großvenedigergebiet, von F. Berwerth und F. Wachter in der Rauris und das Buch von G. Gasser über die Mineralien von Tirol vor; die Mineralien der Westalpen sind in dem Werk von A. Lacroix, Minéralogie de France, eingehend kristallographisch und physikalisch beschrieben; die Paragenese und Fundorte in der Dauphiné hat P. v. Groth nach eigenen Beobachtungen geschildert.

b) Fundortsangaben und -verteilung. Die Zahl hinter den im Hptv. 3 besonders aufgeführten Fundorten gibt an, wieviel (auf etwa ± 10 Prozent genau) Fundorte des gleichen Typus der Verfasser auf dem kartierten Gebiet gesehen hat. Diese Zahl ist meist größer als die aus den Karten des Verf. zu ermittelnde, da sich die Fundorte stellenweise häufen und nicht alle eingetragen werden konnten, auch bei einigen die genaue Lage seinerzeit nicht ermittelt wurde. Die darauffolgende Zahl in eckigen Klammern gibt die vom Verfasser nach seinen Beobachtungen in Sammlungen, nach Mitteilungen von Kristallsuchern usw. (auf ± 30 Prozent genau) geschätzte Zahl der bisher erschlossenen Mineralklüfte.

Bei Fundorten, die besonders viel Stufen geliefert haben, ist die Ordnungszahl, z. B. **II**, unterstrichen.

Die Fundortsbezeichnungen in den Sammlungen sind häufig unzuverlässig, weil die Verkäufer meist, selbst wenn die Kristallsucher ihnen den richtigen Fundort nannten, Irrtümern unterlagen oder bekanntere allgemeinere Bezeichnungen an Stelle der genauen Ortsangaben setzten. Für die Vorkommen von Rauchquarz mit rotem Flußspat ist z. B. meist nur die Bezeichnung Göschenertal oder eine ähnliche üblich. Diese Stufen kommen aus der Kette der Spitzberge vom Bäzberg bis zum Winterstock und Galenstock. Da die Vorkommen alle sehr ähnlich und ziemlich zahlreich sind, das Gestein, der Aaregranit, gleichförmig ist, bleibt auch für den Zweck der vorliegenden Arbeit die Kenntnis der genauen Fundorte dieser Mineralstufen gleichgültig. Immerhin konnte eine größere Zahl von Fundorten dieser in Sammlungen befindlichen Stufen sicher ermittelt werden. Die großen Titanite, als deren Fundort „Valle Maggia“ oder auch die „Schweiz“ genannt wird, sind wahrscheinlich zum Teil vom Binnental, zum Teil von Pfunders, Tirol. In der Wiser-Sammlung fehlt bei den älteren Stücken die Angabe „V. Maggia“. Die Fundortsangabe V. Maggia ist auch sonst in älterer und neuerer Zeit häufig nicht zutreffend; es wurden Mineralien aus verschiedenen Teilen der Alpen (Tirol, Binnental) mit dieser Bezeichnung versehen. Die ganze Valle Maggia ist sehr mineralarm.

Manche Mineralien, angeblich von Zermatt, kamen vielleicht aus Ala; einige sog. Gotthard-Mineralien wurden aus dem Binnental gebracht.

Die genaue Lage der Fundorte läßt sich für den östlichen Teil des Aaremassivs aus den hier im Text gemachten Angaben leicht auf meiner geologischen und mineralogischen Karte des östlichen Aaremassivs (vgl. L. Koe 7) ermitteln. Dort sind die Fundorte mit schwarzen Kreuzen bezeichnet, die wichtigeren Fundorte, die viele Museumsstufen geliefert haben, mit einem kleinen Quadrat um das Kreuz. Die genauere Angabe der Gesteinsbeschaffenheit im Verzeichnis (Teil II) erleichtert das Auffinden auf der Karte. Die Häufung der Fundorte an einzelnen Stellen ist schon auf den Fundortskarten im kleinsten Maßstab[1]) 1 : 7000000 und 1 : 3000000 zu ersehen. Deutlich heben sich die mineralreichen Zentren aus den weiten Flächen heraus, die mineralarm sind. Dasselbe gilt weiter, wenn man Karten 1 : 50000[2]) betrachtet, auf denen man leicht verschiedene, besonders mineralreiche Bezirke erkennt. Einige Gesteine, wie z. B. der Kalisyenit des Aaremassivs, enthalten besonders viel Klüfte. Doch auch hier häufen sich diese nur an bestimmten Stellen. Ähnlich in den Sericitschiefern, im Aaregranit oder im Adulagneis, wo z. B. rings um den Piz Frunt bei Vals-Platz viele Mineralfundorte liegen, während weite Strecken daneben, die gut aufgeschlossen und gut durchsucht sind, sich sehr arm an Mineralklüften erwiesen. Hauptsächlich spielen hier wohl mechanische Ursachen mit; denn man wird selten einen Riß oder eine Kluft senkrecht zur Schieferung der Gesteine finden, die frei von Mineralien wäre. Also waren wohl die erforderlichen heißen Lösungen fast überall zur Stelle, aber erst das Aufreißen und Offenbleiben der Klüfte zur Schieferung ließ sie in Wirksamkeit treten und Mineralien absetzen. — Außerdem können noch zufällige Momente mitspielen. Das gut aufgeschlossene Hochgebirge mit geringer Grasbedeckung läßt mehr Mineralklüfte auffinden als die tiefer liegenden, mit einer dicken Humusdecke übergezogenen Talgehänge und Talböden. Ferner hat eine steil zerklüftete Bergkette, wie z. B. die des P. Giuf, im Aaresyenit eine vielfach größere Oberfläche als ein Talboden von gleicher kartographischer Ausdehnung.

Bisweilen ist auch ausschlaggebend, ob ein kundiger Kristallsucher die Gegend durchforscht hat. Die meisten Fundorte bei Vals-Platz und bei Gletsch an der Furka sind erst etwa seit 1900 ausgebeutet, obgleich in der Zentralschweiz seit 1780 eifrig nach Mineralien gesucht wurde. Einen Überblick über die Verteilung in mineralreichen hochgelegenen, also gut aufgeschlossenen Gegenden erhält man durch die kleinen Spezialkarten (vgl. Tafel) von der oberen V. Giuf mit dem Schattigen Wichel 1 : 2500, von einem Teil der Nordseite des Maderanertals 1 : 25000, von einem Ausschnitt zwischen Riental und Fellital 1 : 25000 und von der mittleren V. Strim 1 : 25000.

c) Literatur und Schausammlungen. Die älteren Angaben von H. de Saussure, F. Lusser, Chr. Lardy, Pl. a Specha ließen sich größtenteils ohne Schwierigkeit auf mir bekannte Vorkommen beziehen, da diese Autoren die Mineralfundstellen meist selbst besucht hatten und die Lokalnamen seit 100 Jahren dieselben geblieben sind.

D. Wiser hat in vielen Notizen in N. J. f. Min., die während der Zeit von etwa 1835—1866 gefundenen Mineralien beschrieben. A. Kenngott hat in seinem Buch „Mineralien der Schweiz" die von etwa 1850—1866 gefundenen Mineralien der Schweizer Alpen bestimmt und zum Teil genauer kristallographisch gemessen. Die Fundstellen haben Wiser und Kenngott nicht besucht; ihre Angaben entsprechen den Mitteilungen der

[1]) Verh. Dt. Geolog. Ges. 1912, p. 501.

[2]) Geolog.-mineralog. Karte d. östl. Aaremassivs, Freiburg i. B. 1910 u. Abhdlg. K. Bayer. Akad. 28, 10. Abhdlg., 1917 (Adulamassiv). Die Karte des Gotthardmassivs ist fertiggestellt, kann aber der hohen Druckkosten wegen jetzt nicht erscheinen.

Verkäufer. Doch war an Hand ihrer Beschreibungen an den Stufen in der Züricher Sammlung des Eidgenössischen Polytechnikums in vielen Fällen eine zuverlässige nachträgliche Feststellung möglich. G. von Rath hat viele Fundstellen der Zentralalpen selbst gesehen und deren Mineralien kristallographisch beschrieben. Noch zahlreicher sind die Messungen von Hessenberg und von G. von Rath, die an Kristallen ausgeführt wurden, deren Fundorte nur aus den Angaben der Händler, also nicht sicher, bekannt waren. Manche von diesen konnte ich nicht mehr auf bestimmte Vorkommen beziehen, bei vielen gelang es aber. Ähnliches gilt auch für die neuere Literatur. Die Assoziationsbeschreibung ist leider für die hier verfolgten Zwecke oft nicht hinreichend. Es kann z. B. die Angabe: Apatit sich auf einige ganz kleine Kristalle, wie sie bei vielen Fundorten vorkommen, beziehen. Eisenglanz bedeutet vielleicht nur ein dünnes Blatt Eisenglanz oder Ilmenit. Auch die Beurteilung des Habitus ist, wenn eine Zeichnung des Kristalls fehlt, nicht immer möglich, zumal wenn die Flächen bei der Aufzählung nicht nach ihrer Größe, sondern nach der Höhe der Indizes geordnet sind. — Das Literaturverzeichnis (L) ist alphabetisch nach Autorennamen geordnet und für jeden Namen, der abgekürzt mit den Anfangsbuchstaben bezeichnet wird, durchnumeriert, wenn der Verfasser mehrere Abhandlungen über Schweizer Mineralien veröffentlichte.

Z. B.: Eine Angabe von G. von Rath über tafeligen Calcit vom Grieserntal wird als — L: Ra 1 p. 419 — bei den betreffenden Fundorten erwähnt, und man kann dann im Literaturverzeichnis das Nähere finden. Meist genügt die Angabe des Verfassers ohne Seitenzahl.

Das zum größten Teil vollendete Handbuch der Mineralogie von C. Hintze, in dem die ganze Literatur sorgfältig und eingehend berücksichtigt ist, wurde neben der Originalliteratur angeführt, wenn die Fundortsbezeichnung mit der von mir ermittelten übereinstimmte, und wenn über das Mineral von dem betreffenden Fundort eine größere Anzahl von Arbeiten vorliegen. — Für die Einreihung der Vorkommen von Kluftmineralien aus dem Gotthardtunnel wurden die sämtlichen wertvollen umfangreichen Veröffentlichungen und Profile von F. M. Stapff herangezogen; sie ergänzen einander. Leider sind die Mengenverhältnisse der Mineralien dort nicht angegeben. Zwischen Ilmenit und Hämatit wurde damals nicht unterschieden. Deshalb könnte, da nähere Angaben fehlen, bei diesem Gotthardtunnelvorkommen, soweit ich sie nicht selbst gesehen habe, z. B. ein in Quarz eingegeschlossenes Ilmenitblatt, wenn es von Stapff als Hämatit bezeichnet wurde, eine falsche Einreihung in das vorliegende Verzeichnis bedingen. Solche Fälle sind mit Fragezeichen versehen. — Zur Vergleichung sind jeweils einige außerhalb der Schweiz gelegenen alpine Mineralfundorte mit angeführt. Für diese wurde, soweit eigene Beobachtung maßgebend war, die Literatur meist nicht angegeben; aber im Literaturverzeichnis sind einige der wichtigsten zusammenfassenden Schriften über Minerallagerstätten aus anderen Teilen der Alpen genannt worden.

Im folgenden werden Schausammlungen erwähnt, in denen Stufen bestimmter Fundorte vorkommen. Das geschieht zur Illustration. Vollständigkeit ist nicht beabsichtigt. Eine durchgreifende Kenntnis der schweizerischen alpinen Kluftmineralien wird erst möglich sein, wenn alle in den Schubladen der Sammlungen lagernden Stufen nach ihrem Fundort bestimmt und eingehender beschrieben werden. Zürich besitzt wohl das meiste und schönste Material, dem eine sorgfältige Durcharbeitung durch A. Kenngott zuteil wurde, die aber noch nicht hinreicht, um in allen Fällen die Fundorte zu bestimmen. — Zur Bezeichnung

der Sammlungen wurden folgende Kürzungen gebraucht: **Ba** = Basel, Naturhist. Museum, Abt. f. Min. — **B** = Berlin, Museum f. Naturkunde, Min. — petr. Abt. — **Ber** = Bern, Min. Sammlung des Städt. Naturhistorischen Museums. — **G** = Genf, Naturhistor. Museum. — **Lo** = London, British Museum of natural history. — **Mü** = München, K. Bayerische Mineral. Sammlung. — **Pa I** = Paris, Muséum d'histoire naturelle, galerie de minéraux. — **Pa II** = Sammlung der École nation. supérieure des mines. — **NY** = New York, Museum of natural history. — **Wi** = Wien, K. K. Naturhistorisches Hofmuseum, Min. — petr. Abt. — **Sel** = Sammlung von Dr. Seligmann in Koblenz. — **Str** = Sammlung der Universität Straßburg. — **Zü** = Zürich, vereinigte Sammlung des Eidgenössischen Polytechnikums, der Universität und von D. Wiser.

d) Assoziationen. Einige Mineralien, wie Chlorit, Calcit, Aragonit, sind teils mechanischen teils physikalisch-chemischen Wirkungen des zirkulierenden atmosphärischen Wassers ausgesetzt. Daher läßt sich ihr Vorhandensein oder Fehlen nie sicher zur Charakteristik der Paragenese verwerten. Das Fehlen von Calcit in vielen Pegmatitdrusen von Striegau hat Websky derart, durch sekundäre Wirkung des Wassers, zu erklären gesucht.

Von den möglichen Assoziationen der alpinen Mineralien sind einige besonders bevorzugt, andere wieder sehr selten. Die meisten möglichen Kombinationen fehlen aber, wie man leicht durch Wahrscheinlichkeitsberechnung nachweisen kann. Nehmen wir als Grundelemente die wichtigsten Mineralien: Quarz, Calcit, Adular, Albit, Zeolithe, Apatit, Hämatit, Sphen, Fluorit, Rutil, Anatas, Brookit, Amianth, Epidot, so erhalten wir als mögliche Kombinationen (ohne Wiederholungen), wobei Kombinationen von je 2 bis je 14 Mineralien möglich sind, insgesamt 19814, während in unserer Liste nur 150 enthalten sind. Meist bilden nur 3 oder 4 wichtige Mineralien eine Assoziation; doch auch hiervon wären schon 364 + 1001 = 1365 möglich, während etwa 150 in der Natur vorhanden sind. Man sieht also deutlich, daß Gesetzmäßigkeiten die zufälligen Möglichkeiten einschränken müssen. — Es besteht bisweilen ein Widerspruch zwischen den als sehr häufig (Zahl zweimal unterstrichen, z. B. 2) oder häufig bezeichneten Assoziationen (einmal unterstrichen) in einem Gestein und der Zahl der ausgebeuteten Mineralklüfte, die am Schluß in Klammern angegeben. Die Kristallsucher haben nämlich die am besten bezahlten Mineralien am eifrigsten gesucht. Deshalb gibt es wenige, noch nicht ganz ausgebeutete Mineralklüfte mit Brookit im Glimmerschiefer, dagegen sehr viele kleine Mineralklüfte mit Quarz, Calcit, Adular usw. im Amphibolit, die nicht beachtet werden und aus denen Stufen nicht vorliegen. Die Beobachtung im Gelände führt da zu anderen Ergebnissen als das Studium der Mineralstufen in den Sammlungen.

Auf den ersten Blick könnte man annehmen, daß in jedem Gestein fast alle verschiedenartigen Assoziationen vorkommen. So werden z. B. die Titanmineralien Rutil, Anatas, Brookit auch als Kluftmineralien des Granits erwähnt. Doch gibt es auf etwa 600 Fundorte im Granit nur 9 Fundstellen von Rutil (vier mit Rutil im Quarz: I, 10 (I, III, IV) und 9 (II), drei mit Rutil auf Hämatit I, 5'' (I) und 5' (I, II)). Die vier ersteren gehören zu einer Gesteinszone, die bei der Kartierung in diesem Maßstab nicht vom Aaregranit getrennt werden kann, die aber, wie Teil II p. 10 bemerkt, aus mylonisiertem, Glimmerschiefer ähnlichen Granit besteht. Bei den zwei Vorkommen 5', I (Passo Lucendro) und II (Südseite des Lucendro) durchsetzt die Kluft außer Granit noch ein melanokrates Ganggestein. 5'' (I) liegt in einer schmalen Zone eines mylonitisierten, bis zur Unkenntlichkeit veränderten Gesteines im Aaregranit. Anatas und Brookit kommen im Granit nur spärlich und in sehr

kleinen Kristallen an den zwei Fundorten 1'a vor, während die Gesamtzahl der Fundstellen desselben Typus wie 1'a ohne Titanoxyde im normalen Granit des kartierten Gebietes etwa bis 200 beträgt. Die zwei Fundorte bilden eine Ausnahme, deren Ursache noch nicht feststeht. — Ähnlich bedeutungslos für die Gesetzmäßigkeiten bleibt, daß sich auf etwa 200 Mineralstufen des Teiftals IIIa, 6, die ich gesehen habe, nur einmal ein Apatit oder Brookitkristall fand. — Die in der Kluft häufigsten und auf den Stufen sofort sichtbaren Mineralien sind fett gedruckt. Die Reihenfolge ihrer Aufzählung richtet sich nach dem Mengenverhältnis der Mineralien in der Kluft, das nicht immer dasselbe ist wie auf einer kleinen Stufe in der Sammlung, das sich aber häufig nicht weit davon entfernt.

Die starke Differentiation in großen Klüften oder in einem Kluftsystem, die später dargelegt wird, bedingt, daß ein Fundort je nach der Stelle, an welcher gearbeitet wird, manchmal recht verschiedenartige Assoziationen aufweist.

e) Sukzession. Die Sukzession, die durch eingeklammerte Zahlen hinter den Namen der Mineralien angegeben wurde, ist nicht immer einwandfrei eindeutig zu bestimmen. Schon an verschiedenen Stellen derselben Kluft kann die Sukzession etwas verschieden sein; denn die oben erwähnte Differentiation bedingt ein wechselndes Mengenverhältnis der Mineralien und wahrscheinlich teilweise auch schon der Lösungskomponenten. Das wirkt aber auf die Sukzession zurück. Ferner ist das Mengenverhältnis und damit die Sukzession vom Gestein abhängig. Apatit ist im Granit spärlich und oft in Quarz eingeschlossen, dagegen im Syenit reichlicher und in der Kluft auf Quarz aufgewachsen. Das Ausscheidungsintervall bisweilen ausgedehnt oder von bestimmten Komponenten in der Lösung abhängig. Man findet Rutilnadeln als eines der ersten Mineralien in Quarz eingeschlossen, an andern Stellen aber auf und mit Hämatit verwachsen, der auf Quarz aufsitzt. Siderit kommt als Quarzeinschluß vor, aber auch auf Rutilhaaren schwebend, die mit Quarz gleichzeitig sind; Sagenit ist nicht selten im Siderit zu finden. Die Kristallisationsintervalle von Siderit wie von Rutil haben eine große Ausdehnung, die von verschiedenen Umständen abhängt. — Bei der Bestimmung der Sukzession macht der Chlorit besondere Schwierigkeiten. Grüner Chlorit, der meist als Pulver auf allen andern Mineralien liegt, wird bisweilen auch von Adular, einem der frühesten Mineralien, eingeschlossen. Er tritt in der äußeren spätesten Hülle, aber auch im Kern von Quarzkristallen auf. — Wenn ein Mineral das andere einschließt, steht fest, daß das umschließende Mineral nicht älter als das eingeschlossene ist. Dagegen folgt nicht notwendig, daß beide gleichzeitig auskristallisierten, wenn es sich um feinkörnige Mineralien wie Chlorit handelt, die vielleicht lange vorher auskristallisiert waren, in der Lösung schwebten und erst allmählich sich heruntersenkten. An zahlreichen Stufen sehen wir deutlich, daß der Chlorit sich auf die an der Unterseite der Kluft angewachsenen Mineralien herabgesenkt hat und auf deren nach oben liegenden Flächen festwuchs. Die Stufen der oberen Kluftwand blieben dagegen frei von Chlorit. Wahrscheinlich erstreckt sich also das Kristallisationsintervall des Chlorits über einen sehr großen Temperaturbereich. Seine Entstehungsbedingungen sind noch ungeklärt; denn es ist nicht gelungen, ihn durch Einwirkung von heißem Wasser auf Biotit bei Temperaturen bis 360° darzustellen. — Auch der Calcit nimmt nicht immer die gleiche Stelle in der Sukzession ein. Ist sein Habitus rhomboedrisch oder skalenoedrisch, so fällt der Beginn seiner Auskristallisation mit Mitte bis Ende der Quarzausscheidung zusammen. Ist dagegen der Calcit tafelig nach (0001), so kristallisiert er mit und auf Quarz und

Adular aus. Auf den Calcitbasistafeln sind daher bisweilen Quarz und Adular in kleinen Kristallen angewachsen, gleichzeitig mit Calcitrhomboedern und Skalenoedern. Das Intervall der Calcitausscheidung ist also in diesen Fällen, die in den Klüften basischer Eruptivgesteine zu beobachten sind (IIIa; 6'), größer als sonst. Ursache dieser Erscheinung ist nicht eine besonders große Menge von gelöstem Calciumcarbonat; denn in den Spalten der Kalksedimente wurde viel mehr $CaCO_3$ gelöst und ausgeschieden. Wahrscheinlich ist ein starker Überschuß von Alkali die Ursache. — Bei der Beurteilung der Sukzession ist weiter zu beachten, daß Mineralien, die eine große Kristallisationskraft besitzen, fast gar keine Einschlüsse zeigen, auch wenn sie zu den jüngeren Bildungen gehören, so z. B. Apatit. Sie drängen beim Wachsen auflagernde Teile weg. In einigen Klüften beobachtet man eine Sukzession, die auf eine zweite Erhitzung und Auskristallisation deuten könnte; so in I. 1'' (XIII) auf größeren Quarzkristallen Epidot nebst kleineren Quarzkristallen, während sonst Epidot eines der ersten Mineralien ist. Ferner in IIIb. 6a (IIIb) Hornblende nebst Turmalin auf Quarz, während Hornblendeamianth sonst zuerst auszukristallisieren pflegt. (Dagegen ist die Sukzession in IIIa, wo auf Calcittafeln kleine Adularkristalle aufgewachsen sind, wie oben erwähnt, wohl anders zu erklären.) — Dies zur Erklärung einiger Unsicherheiten und scheinbarer Widersprüche. Die Folgerungen aus den Sukzessionsbeobachtungen im Hauptverzeichnis sollen später gezogen werden.

f) Kristallographischer Habitus. Der kristallographische Habitus oder die Kristallfazies ist mit den in der Einleitung gegebenen Abkürzungen bezeichnet. Soweit nicht die Literatur angeführt wurde, sind eigene Beobachtungen und Messungen mit Reflexionsgoniometer angestellt worden. Wenn nicht ein besonderer Fundort genannt wird, ist der Habitus für die ganze Gruppe von Fundorten, die als Assoziationstypus zusammengefaßt sind. charakteristisch. Die Bestimmung sämtlicher kleinsten Kristallflächen an dem sehr großen Material wäre äußerst zeitraubend gewesen und ist für den Zweck dieser Arbeit, für die Vergleichung der Paragenese, nicht erforderlich. Doch wurde, wenn ich außer den formbestimmenden Flächen weitere kleinere Flächen bemerkte und nicht gemessen habe, der betreffende Habitus mit flr. bezeichnet. Bei einigen Mineralien pflegen an demselben Fundorte, bisweilen sogar auf derselben Stufe, nicht nur die kleinen Flächen verschieden häufig aufzutreten, sondern es variiert sogar der ganze Habitus des Minerals, so namentlich bei Apatit von einzelnen Fundstellen.

Hohe Flächenindizes (über 20), wie sie manchmal von G. von Rath, von Luedecke und anderen Autoren aufgeführt werden, wurden, soweit es meine Messungen anlangt, vereinfacht. Man erhält häufig mit den Achsenverhältnissen nicht ganz genau übereinstimmende Winkelwerte für die einfachen Flächen infolge schlechter Flächenbeschaffenheit oder Auftretens von Vizinalflächen. Viele Autoren haben in solchen Fällen die niedrigeren Indizes gewählt. Dem bin ich stets gefolgt; denn eine teilweise Verwendung hoher Indizes würde ein falsches Bild geben.

Aus dem Verzeichnis läßt sich auch eine Statistik der Häufigkeit eines bestimmten Habitus für die einzelnen Mineralien aufstellen. Die Stufen in den mineralogischen Sammlungen geben vielfach ein anderes Bild, als die Vorkommen am Ort, da man für die Sammlungen von den weniger seltenen Mineralien vorzugsweise möglichst flächenreiche Kristalle oder solche von außergewöhnlichem Habitus zu erwerben sucht. — Flächenreichtum und Größe stehen oft in umgekehrtem Verhältnis. Die Kristalle einer mittleren Größe sind am

flächenreichsten. Dieser Mittelwert ist für jedes Mineral ein anderer, besitzt aber für das einzelne Mineral in verschiedenen Klüften ungefähr denselben Wert, der nur wenig von der Paragenesis abhängt. Diese Größe des Kristalls von maximalem Flächenreichtum ist keineswegs stets der Mittelwert der Größe des Kristalls (Mittelwert zwischen Grenzdimensionen für groß und klein) in den alpinen Mineralklüften, wie er in der Habitustabelle angegeben, sondern häufig kleiner.

Die kleinsten Kristalle zeigen, wie Frankenheim, O. Lehmann, P. Gaubert darlegten, dieselben Grundformen wie die großen; sie sind nach meinen Beobachtungen meist etwas flächenärmer als die von mittlerer Größe. Die Flächenarmut der ganz großen Quarzkristalle kann man in jeder Sammlung beobachten, während mittelgroße Kristalle des gleichen Fundortes auf derselben Stufe flächenreich sind. Aus diesen Gründen ist der Habitus eines Minerals an einem Fundort oft nicht einheitlich. Die hier gegebenen Daten beziehen sich nur auf die häufigsten Kristalle.

Es scheint, daß ein Zusammenhang zwischen der Vollkommenheit der Kristallflächen und der Kristallisationskraft besteht. Umgekehrt zeigen Mineralien mit zahlreichen Einschlüssen selten ebene Flächen und haben auch ohne Einschlüsse meist keine Flächen, die so gute Reflexe geben wie Mineralien, die stets einschlußfrei sind. Reichlicher Einschluß von Chlorit und Amianth in Adular bedingt meist unebene verdrehte Flächen; doch ist deren Auftreten nicht stets an Einschlüsse dieser beiden Mineralien gebunden.

Die Auffassung von P. Gaubert[1]) geht dahin, daß bei rascher Auskristallisation und wenn wenig fremde Materie in das Kristallnetz aufgenommen wird, eine bestimmte Grundform, z. B. die der Netzebene mit dichtester Atomanordnung (also die Spaltflächen?) auftritt. Es ist bemerkenswert, daß die im Aaregranit nur ein kurzes Auskristallisationsintervall zeigenden Mineralien Fluorit, Calcit, Galenit tatsächlich den von Gaubert als Grundform bezeichneten Habitus aufweisen: (111) bzw. (10$\bar{1}$1) bzw. (100), ebenso Anates im Glimmerschiefer die Spaltflächen (111) und (001). — Einschlußreiche Kristalle zeigen meist wenige einfache Formen; aber nur Flüssigkeitseinschlüsse beweisen rasches Wachstum. Es beschränken aber alle Einschlüsse, die nicht in das Kristallnetz aufgenommen sind, den Flächenreichtum unabhängig von der Wachstumsgeschwindigkeit.

Häufig zeigen die Mineralien einer Kluft, soweit das bei ihrer Grundgestalt möglich ist, eine Anpassung an einem bestimmten Habitus. So ist z. B. an den Fundorten des Grieserntales im Amphibolit, wo Calcit tafelförmig auftritt [IIIa, 6' (III)], auch der Adular nach einer Prismenfläche (110) dünntafelig abgeflacht. Umgekehrt tritt, wo der Calcit das Grundrhomboeder zeigt, auch der Adular gern in rhomboedrischem Habitus auf. — Von den Kristallformen des Quarz werden die positiven und negativen Rhomboeder unterschieden. Wegen der fast stets vorhandenen, oft vielfach ineinandergreifenden Zwillingsverwachsungen nach dem Dauphineer Gesetz ist möglicherweise einmal ein Fehler unterlaufen; absolute Sicherheit könnten nur die Ätzfiguren geben. Doch wurde alle Sorgfalt auf die Unterscheidung verwandt. Die Unterscheidung der Trapezoeder an Rechts- und Linksquarzen wurde dagegen unterlassen; denn sie könnte ein richtiges Bild nur dann geben, wenn man viele Kristalle aus einer Kluft gemessen hat. A. Johnsen[2]) hat gezeigt, daß in diesem Fall (51$\bar{6}$1) und (61$\bar{5}$1) ebenso wie die Zahl der Rechts- und Linksquarze

[1]) P. Gaubert, Facies des cristaux. Public. soc. Chimie phys. Paris 1911.

[2]) A. Johnsen, N. J. Min. 23, p. 237, 1907.

gleich häufig war (IIIa, 6' (I oder II)). Ich habe ebenfalls die Zahl von Rechts- und Linksquarzen an größeren Stufen in meinem Besitz stets nahe gleich gefunden.

Im allgemeinen sind Größe der Mineralien und Höhe der Kluft in demselben Gestein einander proportional. Im Tessinermassiv sind die Mineralklüfte spärlich und klein, ebenso die Kluftmineralien[1]). Dagegen ist für verschiedene Gesteine bei gleicher Klufthöhe die Größe der Mineralien etwas verschieden. So ist z. B. Quarz in Dolomit und in Hornblendeschiefern bei gleichen Bedingungen größer als im Granit. Ferner hängt die Größe mancher Mineralien, Albit, Sphen, Apatit, von dem Mengenverhältnis in der Kluft ab, also von ihrer Konzentration in der Lösung; sie ist ihr angenähert proportional. Die Erze sind in den Mineralklüften stets viel größer als Silikate bei ähnlichem Mengenverhältnis. Die Erze sammeln sich bei der Auskristallisation an einer oder wenigen Stellen, kristallisieren selbst in großer Kluft häufig nur in sehr wenigen, bisweilen nur in einem einzigen Kristall aus. Bisher sind synthetische Darstellungen von Erzen aus wässerigen Lösungen selten geglückt; daher ist eine sichere Erklärung für obiges Verhalten nicht möglich. Man kann an sehr starke Kristallisationsverzögerungen oder aber, worauf schon Becquerel hinwies, Erdströme denken.

Das wahre Mengenverhältnis der Mineralien in einer Kluft ist sehr schwer zu schätzen, da man auch noch den Quarz des Quarzbandes und etwaige andere im Band kristallisierte Mineralien mit dazu rechnen muß. Im Verzeichnis wurde nur das Mengenverhältnis auf den Mineralstufen selbst hervorgehoben. Die dort häufigen Mineralien, die sich für das Auge gut bemerkbar machen, sind unterstrichen. Die stets leicht sichtbaren Titanmineralien (Brookit, Anatas, Rutil, Sphen) sind mit Quarz verglichen immer nur spärlich, bilden höchstens ein Zehntel bis ein Fünfzigstel der Silikate auf der betreffenden Stufe, wie das auch nach der Zusammensetzung des Gesteines zu erwarten ist. — Einige Mineralien, wie Axinit, Danburit, Anhydrit, pflegen nur in größerer Menge, nie vereinzelt vorzukommen. Die meisten Mineralien, besonders Pyrit, Epidot, Calcit, Hämatit, Quarz, Fluorit, sind in jedem Mengenverhältnis anzutreffen.

Die Menge von Quarz in einer Kluft ist meist nach den klaren verkaufswürdigen Bergkristallen abgeschätzt worden. Die gesamte Quarzmenge ist sehr viel größer, da das Quarzband hinzukommt. Doch scheint auch die Menge der klaren Kristalle in einem bestimmten Verhältnis (etwa $^1/_{10}$—$^1/_{50}$) zur Menge des Bandes und zum Volumen der Höhlung zu stehen und deshalb seien hier einige Angaben aus früheren Zeiten angeführt. Die Kristallhöhle am Tiefengletscher hat nach der m. E. sorgfältigen und vertrauenswürdigen Schätzung von R. Lindt (J. S. A. C. 5, p. 182, 1868—69) 250—300 Zentner (zu 100 Pfund) Rauchquarz geliefert. In der Kristallhöhle am Zinkenstock I wurden nach den alten unsicheren Angaben 1719 einige tausend Zentner Kristalle gewonnen, in einer Höhle oberhalb Naters etwa 50 Zentner. Die neueren Funde seit 1900 haben auch in größeren Klüften nie viel mehr als 50 Zentner geliefert.

Die Farbe der Mineralien wurde angegeben, soweit sie für bestimmte Fundorte charakteristisch ist. Einige alpine Mineralien sind stets farblos, z. B. Adular, Albit. Sie

[1]) Das Gestein ist nur ganz nahe an der Kluft zersetzt. Wie aus den Mineralien zu ersehen, war die Temperatur ziemlich hoch, dagegen die Zufuhr von Lösungen spärlich und auf wenige Stellen des Massivs beschränkt.

sind entweder klar, weil frei von Einschlüssen und Rissen, oder weiß, weil das Licht an sehr feinen Rissen oder sehr kleinen Einschlüssen nach allen Richtungen diffus reflektiert wird. Das dazwischenliegende Grau, das D. Wiser manchmal als Farbe des Adular angab, ist ein ziemlich seltener Mittelzustand zwischen Trübung und Durchsichtigkeit. Der Albit ist meist klar; der Periklin der zentralschweizerischen Fundorte ausnahmslos weiß. Der Periklinhabitus ist also wohl durch die Einschlüsse bzw. durch rasche Auskristallisation verursacht. Die meisten alpinen Zeolithe sind farblos, nur Desmin und Chabasit sind zuweilen etwas gelblich. Desmin ist selten klar, meist weiß oder gelbweiß, da die Einzelkristalle als Garben zusammengewachsen sind, zwischen denen sich Lufträume befinden. Die Farbe des Sphen (rotgrün, gelb, braun) ist durch spärliche, aber überaus häufig vorkommende Beimengungen von Eisen, Mangan in verschiedenen Oxydationsstufen usw. verursacht; sie ist für den einzelnen Fundort charakteristisch. Die Färbung des Quarz zu Rauchquarz in Klüften vieler Granite wird durch die härteste $\gamma$-Strahlung der radioaktiven Substanzen des Granits verursacht, ebenso die des Quarz im Gestein selbst und in den Pegmatiten. Die Stärke der Farbe wird, wie R. Brauns wahrscheinlich macht (Ztrbl. f. Min. 1909, p. 728; vgl. auch C. Doelter, Sitzber. Wien Ak. **197**, p. 1304, 1908), durch das stationäre Gleichgewicht zwischen der Wirkung der Intensität der $\gamma$-Strahlen und der jeweiligen mittleren Temperatur gegeben. Die Substanz, die durch Strahlung braun wird, ist, wie die Versuche von C. Doelter zeigen, nicht $SiO_2$, sondern eine äußerst kleine Beimengung, die aber meist im Quarz der Granite gleichmäßig verteilt ist. Die Dunkelfärbung muß aus theoretischen Gründen der Intensität der $\gamma$-Strahlung proportional sein. Die Entfärbung geschieht, wie frühere Versuche des Verfassers zeigten, nach einer Exponentialfunktion der Temperatur $e^{-at}$. Daher ist, wie a. a. O. dargelegt, der Rauchquarz im Gestein wie in den Drusen der alpinen Granite um so dunkler, je höher der Fundort über dem Meer liegt, also je niedriger die Bodentemperatur. Am Gotthard wird die Farbe etwa von 2000 m ab bemerkbar; in stärker radioaktiven Graniten wie im Fichtelgebirge kommt Rauchquarz in viel geringerer Höhe vor. Der Quarz im Gestein hat meist denselben Absorptionskoeffizienten wie der in der Kluft.

Ähnlich verhält sich die ebenfalls ziemlich gleichmäßige Rotfärbung des Fluorits im Aare-, Montblancgranit, Adulagneis, die, wie C. Doelter (Sitzber. K. Ak. Wiss. Wien **117**, p. 1280, 1908) zeigte, durch Radiumstrahlung ($\gamma$-Strahlen) hervorgerufen, ebenfalls mit der Höhe zunimmt, weil sie, wie die Versuche im Laboratorium zeigten, mit zunehmender Temperatur ebenfalls nach einem Exponentialgesetz (der Reaktionsgeschwindigkeit) verschwindet. Die Rotfärbung ist in 1000 m Meereshöhe bei einer Bodentemperatur von etwa $7^0 - 8^0$ recht deutlich, während die Rauchquarzfärbung da kaum noch wahrnehmbar wird. Die Grünfärbung des Fluorit ist durch Erhitzung nicht zu beeinflussen. Die blauviolette Färbung ist nicht gleichmäßig wie die rote, sondern schichtenweise verteilt. — Die unter den Strahlen sich rot färbende Substanz ist nicht $CaFl_2$, sondern ein Fremdkörper, wie bisweilen farblose Schichten um einen roten Kern (z. B. am Fluorit von Juchlistock (I. 1'a)) beweisen. Sonst ist sie aber im Kristall meist ziemlich gleichmäßig verteilt und in den verschiedenen Kristallen einer Granitkluft gleich stark konzentriert. — Der Apatit ist in eisenockerhaltigen Gesteinen, Sericitphyllit rötlich bzw. infolge der Einschlüsse rosaweiß gefärbt, im Gotthardgranit und Urserengneis violett. Beide Farben, die ziemlich intensiv sind, wenn die Kristalle aus der Mineralkluft hervorgeholt werden, verblassen rasch im Sonnenlicht.

Ebenso ist die schwache Farbe der alpinen Amethyste, die sich in größerer Höhe (z. B. am vorderen Zinkenstock) mit der des Rauchquarz kombiniert, im Sonnenlicht unbeständig. — Bei allen diesen Färbungen sind organische Substanzen, insbesondere Kohlenwasserstoffe, sicher nicht beteiligt.

h) Muttergestein der Kluftmineralien. Bei der Kartierung mußte oft die sauere oder die leukokrate Randfazies von basischen Gesteinen oder die dioritische Fazies des Granits des Maßstabes wegen mit der normalen Hauptmasse vereinigt werden. Deshalb sind verwandte Typen, wie z. B. IIIa, 9 in saurer Randfazies des Diorit von Rusein von I, 1' im Aaregranit getrennt. Oder es ist der Übergang der Hornblendegesteine der Tremolaserie in Biotitschiefer IIIb, 3 von den Glimmerschiefervorkommen IIb, 6 oder es ist IIIb, 4 von IIb, 9 gesondert, während sie nahe zusammengehören. — Da also die wenigen Unterscheidungen und Farbbezeichnungen auf der Karte nicht ausreichen, um den chemisch-mineralogischen Bestand des Gesteines in allen Fällen genügend scharf zu charakterisieren, ist noch das abgekürzte Verzeichnis (Teil II p. 9) gegeben, in dem die Gesteine der einzelnen Mineralfundorte genauer bezeichnet sind; außerdem zur Erleichterung des Überblicks ein ganz kurzes Verzeichnis nach geognostisch-geologischem Gesichtspunkt. Die eingehendere petrographisch-chemische Beschreibung der Gesteine, die zum Teil schon aus der Literatur zu entnehmen ist, folgt später. — Wir müssen noch auf einen scheinbaren Widerspruch zwischen dem Sammlungsbefund und unseren Angaben aufmerksam machen. Das zersetzte und teilweise umkristallisierte Gestein, auf dem die alpinen Mineralien aufgewachsen sind, ist sehr verschieden von dem frischen Gestein. Ein zersetzter, biotitführender Schiefer kann als löcheriges, aplitisch-syenitisches oder granulitisches Gestein angesehen werden. In der Literatur findet sich ferner öfters erwähnt, daß die Mineralien in einem quarzitischen Gang oder im glasigen Quarz vorkommen. Damit ist das Quarzband gemeint, das die Mineralklüfte in allen saueren Gesteinen teilweise ausfüllt; es hat aber mit dem Gestein nichts zu tun. Je größer die Mineralkluft, um so größer ist die zersetzte Zone des Gesteins und das Quarzband.

i) Gesteinsmineralien. Von den Kluftmineralien zu unterscheiden sind die alpinen Gesteinsmineralien, die im allgemeinen, wenn man die großen aufgeschlossenen Gebiete in Betracht zieht, nur äußerst selten schön ausgebildet vorkommen. Einige erwähnenswerte Vorkommen sind am Schluß des Hauptverzeichnisses unter V zusammengestellt. Man findet primäre Gesteinsmineralien, die bei der Erstarrung des Eruptivgesteins auskristallisierten, wie Turmalin, Granat, Muskovit, im Pegmatit des Badus (B), und solche, die der pneumatolytischen Endphase einer Granitintrusion zugehören, wie der Molybdänglanz in Quarzadern von Granitapliten (E). Diese Mineralien sind bei der tertiären Alpenfaltung mehr oder minder gebogen und zertrümmert worden.

Andere Gesteinsmineralien sind bei der sogenannten Regionalmetamorphose, bei der Umbildung von Sedimentgesteinen zu kristallinen Schiefern entstanden. Das geschah im Aaremassiv, wie a. a. O. dargelegt, im Paläozoikum vor der Granitintrusion und lange vor den Hauptbewegungen des Tertiärs; daher sind dort nur wenig Reste erhalten. Im Gotthardmassiv ist diese Metamorphose später, postkarbonisch, eingetreten im Zusammenhang mit der Intrusion des Sellagneis, die ihren Abschluß in der Eruption des Gotthardgranits fand: im Norden des Gotthardmassivs vor der Zeit der stärksten Bewegungen; daher ist der Turmalin im Glimmergneis und Glimmerschiefer (A) der Nordseite zerbrochen und gebogen.

Mechanisch weniger verändert sind die Gesteinsmineralien derselben Entstehung weiter südlich, wie der Granat in Hornblendeschiefer (C), Pyrit in Speckstein (F), Magnetit in Chloritschiefer (G), Hornblende in Chloritschiefer (H). Ungefähr gleichen Alters, postcarbonisch und vortriadisch, sind die durch Intrusions- oder Kontaktmetamorphose entstandenen Gesteinsmineralien des Tessinermassivs, so das bekannte schöne Vorkommen von Disthen, Staurolith, auch Turmalin im Paragonitschiefer (D), die später nicht mehr stark deformiert wurden. Aus der Zeit der Umwandlung der Sedimente des Gotthard und Tessinermassivs, der posttriadischen Dislokationsmetamorphose, stammen der Zoisit von Scopi. Späteren Ursprungs, aber auch noch vor Entstehung der Kluftmineralien und kurz vor Abschluß der Hauptbewegungen im Tertiär: Rutil in Quarzlinsen (J) und Epidot in Quarzgängen (L). Diese Mineralien sind mechanisch wenig verändert. Aus der Zeit der tertiären regionalen Dislokationsmetamorphose stammt auch die Umwandlung von Olivin des mesozoischen Serpentins von Zermatt in Schweizerit (K). — Einen Übergang von Kluft- zu Gesteinsmineralien bildet der von G. Klemm und von H. Preiswerk[1]) im Tessinermassiv aufgefundene Skapolith, den G. Spezia und A. Stella schon früher im Simplonmassiv als Gesteinsmineral beobachtet hatten. Im Simplon-Tessinermassiv rücken die vier im Aaremassiv getrennten Metamorphosen (regionale Intrusionsmetamorphose, Kontaktmetamorphose, regionale Dislokationsmetamorphose, Mylonitisierung und Dynamometamorphose) zeitlich näher zusammen und schließen sich kontinuierlich aneinander.

Magnetkies, den Stapff des öfteren aus dem Gotthardtunnel erwähnt, sowie andere Erze, wie Kupferkies, Zinkblende, Molybdänglanz, scheinen nicht in Mineralklüften des Tunnels und auf deren Quarzband, sondern in Aplit oder in mit der Schieferung konkordanten Quarzgängen vorzukommen, welch letztere wohl auch bei der letzten dynamometamorphen Umwandlung der Gesteine entstanden sind, die aber der Bildung der Mineralklüfte vorausgehen. Daß es sich nicht um Kluftmineralien handelt, ist auch die Ansicht von Herrn Prof. Dr. U. Grubenmann in Zürich, der mir auf eine Anfrage folgendes schrieb:

„Das größere Stück Magnetkies aus dem Gotthardtunnel, das sich in unserer Sammlung befindet, stellt einen kompakten Knollen des genannten Minerales dar, der randlich nebst einem stärker entwickelten chloritischen Überzug an kleineren Stellen eine geringe Menge Quarz- und Feldspatkörner zeigt in aplitischem Verbande, soweit sich dies makroskopisch beurteilen läßt. Magnetkies ist im übrigen auf der Gotthardsüdseite nicht selten. L. Hezner erwähnt in ihrer Arbeit über „Die kristallinen Schiefer auf der Südseite des St. Gotthard“ (N. J. B. Bd. XXVII) sein Auftreten wiederholt, so z. B. p. 169 in Hornblendegarbenschiefer, p. 195 in carbonatreichen Gneisen, p. 203 und 204 in silikatreichen Carbonatgesteinen.

Desgleichen erwähnt sie wiederholt Pyrit, z. B. p. 203 und 204 für das eben erwähnte Gestein, so daß das Erscheinen des so nahe verwandten Arsenkieses sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Von anderen Sulfiden, die „in Quarziten stets reichlich vorhanden sind“ (p. 201), wird p. 196 speziell Bleiglanz zitiert; Molybdänglanz dürfte wohl auch zu dieser Gesellschaft zu rechnen sein, analog seinem Auftreten im Oberwallis.“

[1]) H. Preiswerk, Verhdlg. nat. Ges. 27, p. 165, 1917.

## 2. Literaturverzeichnis.

Die das Binnental betreffende Literatur findet sich in dem Werk von H. Desbuissons Des 1; hier ist deshalb für das Binnental nur die seither 1909 erschienene angeführt.

### a) Neuere Literatur (L.).


J. Bachmann, Mitt. Nat. Ges., Bern 1877, p. 25. Ref. Zt. f. Krist. **1**, p. 519, 1877. (Axinit in Grünschiefer, Lötschental.)

1. A. Baltzer, Das Aaremassiv, mittlerer Teil usw. Beitrag geol. Karte der Schweiz, Lfg. 24. 1888, Bern.

2. — N. Jahrb. f. Min. 1888, **2**, p. 85. (Adular und Scheelit, Rotlaui, Grimsel.)

H. Baumhauer u. C. O. Trechmann, Zt. f. Krist. **54**, p. 609, 1908. (Baryt, Imfeld.)

1. H. Baumhauer, Zt. f. Krist. **18**, p. 42, 1891. (Apatit von Lauine, Reckingen.)

2. — Die Mineralien des Binnentals. Bull. de la Murithienne. Soc. valais. des sc. nat. 1905, p. 35.

3. — Zt. f. Krist. **53**, p. 61, 1907. (Regelmäßige Verwachsung von Rutil und Eisenglanz, Caveradi.)

4. — Zt. f. Krist. **52**, p. 580, 1913. (Binnit, Imfeld.)

5. — Zt. f. Krist. **45**, p. 556, 1908. (Apatit, Schöllenen.)

6. — Compte rendu. 4. Congr. Scientif. internat. des Catholiques. Fribourg 1897. Zt. f. Krist. **33**, p. 653. („Über den Rutil des Binnentals", Lercheltini (?), zwei Fundorte, und in den Turpen?)

1. E. Bächler, Jahrb. Nat. Ges. St. Gallen 1904, p. 239. (Calcit, Fluorit, Säntis.)

2. — Jahrb. Nat. Ges. St. Gallen **53**, p. 72, 1913. (Calcit, Fluorit, Säntis und St. Gall. Rheintal.)

F. Becke, Tscherm. Mitt. **11**, 224, 1890. (Dolomit von Scaleglia.)

F. Berwerth u. F. Wachter, Mineralien der Rauris. Wien 1898. 7. u. 8. Jahresbericht des Sonnblick-Vereins.

H. L. Bowmann, Zt. f. Krist. **33**, p. 121, 1900. (Turnerit von Vals und Perdatsch.)

J. Boecker, Zt. f. Krist. **20**, p. 231, 1892. (Idokras, Diopsid usw. vom Theodulgletscher, Zermatt. Fundortsmitteilung von G. Seligmann.)

Boeris, Paneb. Riv. Min. Ital. **28**, p. 75, 1902. Ref. Zt. f. Krist. **37**, p. 394, 1903 und **40**, p. 291, 1905. (Anatas von Laghetto Loitascia, Gotthard.)

A. Brun, Zt. f. Krist. **7**, p. 389, 1883. (Perowskit etc., Rympfischwängi, Adlerpaß, Desmin, Viescher Gletscher.)

L. Brugnatelli, Zt. f. Krist. **14**, p. 239 Anm., 1888. (Magnetit, Rympfischwängi, Ähung.)

1. K. Buss, Zentralbl. f. Min., Geol. 1906, p. 753, 1907. (Apatit, Milarit usw. vom Rhonegletscher.)

2. — N. J. f. Min., Beilagebd. **5**, p. 347, 1887. (Sphen, Krützlital und Drun.)

H. Bücking, Zt. f. Krist. **2**, p. 373 (Epidot, Rotlani), 385 (Epidot, Gornergletscher), 294 (Epidot von Lolen und V. Giuf?), 1878.

G. Cesaro, Ref. Zt. f. Krist. **46**, p. 485, 1909. (Sphen vom Drun?)

1. L. Desbuissons, La vallée de Binn. Lausanne 1909.

2. — Bull. soc. min. franc. **34**, Nov. 1911. (Ilmenit, Fläschenhorn — Anatas, Lercheltini — Prehnit, Schwarzhorn.)

A. Dufrénoy, Traité de Minéralogie **2**, p. 408, 1856. (Perowskit von Zermatt.)

V. Dürrfeld, Zt. f. Krist. **50**, p. 590, 1912. (Apatit von „Göscheneralp", wohl aus Urserengneis, Großtal?)

Th. Engelmann, Ref. Zt. f. Krist. **2**, p. 311, 1878. (Mineralien im Dolomit von Imfeld und Campolungo.)

E. v. Fedorow, Ref. Zt. f. Krist. **52**, p. 625, 1913. (Brookit vom Inschitobel bei Amsteg?)

1. E. v. Fellenberg, Westl. Aaremassiv. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lief. **21**, p. 273 ff. Bern 1893.

2. — R. Ritz u. Th. Walpen, Jahrb. Schweiz. Alpenklub **23**, 355, 1887—88. (Minerallagerstätten des westl. Aaremassivs.)

3. E. v. Fellenberg, Flußspat von Oltschenalp. Mitt. Nat. Ges. Bern und Separatdruck, Bern 1891.

R. v. Fellenberg, Jahrb. Schweiz. Alpenklub **19**, p. 93, 1883. (Amethystfundorte am Gälmiengrat.)

A. v. Fersmann in C. Doelter, Handbuch der Mineralchemie II, p. 434, 1913. (Asbeste von Zermatt.)

Fouqué, Ref. Zt. f. Krist. **26**, p. 308, 1896. (Albit und Quarz aus kristall. Schiefern des Gotthard, Sericitphyllit?)

K. v. Fritsch, Das Gotthardgebirge. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lief. 15. Bern 1873.

G. Gasser, Mineralien Tirols. Innsbruck 1913.

1. V. Goldschmidt, Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1904, p. 725. (Danburit von Vals, P. Casanell.)
2. — u. R. Schröder, Zt. f. Krist. 49, p. 133, 1911. (Calcit von Rhonelamm bei Aernen und Lauine, Reckingen.)
Gonnard, Bull. soc. min. Paris 25, p. 97, 1902. (Ref. Zt. f. Krist.?)
Gramann, Vierteljahrssch. Nat. Ges. Zürich 44, p. 302, 1899. (Andalusit, Graubünden.)
A. Grebel, Eclog. geol. helv. 9, p. 439, 1906. (Galenit mit Wulfenit, „Bristenstock", wohl Tieftal — Galenit mit Cerussit, Wulfenit usw., „Bristenstock", wohl Riedertobel — Mineralien, Baltschiedertal.)
W. Grenouillet, Verh. Nat. Ges. Basel 29, 203, 1918. (Quarz, Calcit, Chlorit im Gasterengranit, Lötschbergtunnel.)
1. P. Groth, Mineraliensamml. der Straßburger Universität 1878. (Viele Zentralschweizer Mineralvorkommen.)
2. — Sitzber. Akad. Wiss. München 15, p. 392, 1885. (Minerallagerstätten des Dauphiné.)
3. — Topographische Übersicht der Minerallagerstätten. Zt. f. prakt. Geol. 24, 1916 und 25, 1917 und verbesserter Sonderabdruck. Berlin 1917.
1. U. Grubenmann, Festschr. d. Dozenten d. Univ. Zürich 1914. (Granat aus dem Maigelstal.)
2. — Neujahrsbl. Nat. Ges. Zürich 1899. (Quarz mit Rutil vom P. Aul.)
F. Grünling, Zt. f. Krist. 39, p. 386, 1904. (Hessenbergit vom Gotthard, Bertrandit.)
J. Ch. Häusser, Mitt. Nat. Ges. Zürich 3, p. 431, 2 Teile, 1855. (Mineralfundorte des Binnen- und Saastales.)
1. C. Hintze, Handbuch d. Mineralogie, Bd. II, 1897; Bd. I, 1904.
2. — Zt. f. Krist. 2, 310, 1878. (Titanit von Zermatt mit Perowskit auf Pennin.)
3. — Zt. f. Krist. 7, p. 296. (Danburit von P. Vallatsch.)
F. Hessenberg, Mineralogische Notizen in den Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1. Abh. 2, 1856/58, Adular, Binnental, Albit von Col de Bonhomme, Montblanc, im Kalk. Epidot, Zermatt, Gornergletscher. Epidot, Oberalptal. Rauchquarz, Gotthard. Titanit in Rutil verwandelt, auf Adular, Binnental. — 2. Forts., Abh. 3, 1859/61 (Sphen, Sella oder Krüzlital. Sphen, Sella. Sphen, Tavetsch. Sphen, Gotthard. Calcit, Maderanertal). — 3. Forts., Abh. 4, 1862/63 (Calcit von Maderanertal, wohl von verschiedenen Fundorten). — 4. Forts., Abh. 4, 1862/63 (Sphen vom Gotthard, auf Glimmerschiefer mit Adular und Albit. Adular vom Gotthard auf Glimmerschiefer. Calcit, Maderanertal. Albit mit Quarz, Schwarze Nolla, Piz Beverin. Axinit, Scopi, Hämatit mit Rutil, Caveradi. Diopsid und Idokras, Saastal. — 5. Forts., Abt. 5, 1865 (Hämatit, Caveradi. Hämatit, Gotthard [See südl. Paß Lucendro]). — 6. Forts., Abt. 6, 1866/67 (Hessenbergit). — 7. Forts., Abt. 7, 1868 (Sphen, Griesernalp). — 8. Forts., 7, 1868 (Periklin-Albit, Gotthard [Vallatsch?]). — 11. Forts., Abh. 10, 1876 (Xenotim vom Tavetsch, Cornera oder St. Brida).
Laura Hezner, Zentralbl. f. Min., p. 325, 1914. (Grüner Granat in Asbest des Binnentals.)
G. B. Hogenraad, Kon. Akad. Wetensch., Amsterdam 28. Mai 1903, p. 603. Ref. Zt. f. Krist. 39. p. 369, 1904. (Eisenrosen vom St. Gotthard sind Hämatit, nicht Ilmenit.)
1. A. Kenngott, Minerale der Schweiz. Leipzig 1866.
2. — N. J. f. Min. 1870, p. 80. (Milarit vom V. Giuf, „V. Milar". p. 354. Baryt vom „Tavetsch", Cavradi.)
3. — N. J. f. Min. 1880, 1, p. 164. (Magnetkies vom „Tavetsch", Lukmanier?)
4. — N. J. f. Min. 1873, p. 725. (Skolezit, Apophyllit etc. vom Schattigen Wichel.)
5. — Übersicht miner. Forsch. N. J. f. Min. 1859. (Rutil, „St. Gotthard", Sorescia.)
6. — N. J. f. Min. 1864, p. 237. (Hessenbergit auf Hämatit mit Adular und Muskovit.)
7. — N. J. f. Min. 1860, p. 199. (Serpentin, Bergleder vom Findelengletscher, Zermatt.)
8. — N. J. f. Min. 1888, 1, p. 79. (Scheelit, Rotlaui.)
Kuschel-Köhler, N. J. f. Min. 1877, p. 926. (Milarit vom V. Giuf.)
1. C. Klein, N. J. f. Min. 1883, 1, p. 134. (Hessonit von Maigels.)
2. — N. J. f. Min. 1879, p. 536. (Xenotim, Fibbia und Binnental.)
3. — N. J. f. Min. 1871, p. 485. (Apatit von Fibbia, Bemerkung.)
1. J. Koenigsberger, N. J. f. Min., Beilagebd. 14, p. 43, 1901. (Minerallagerstätten im Biotitprotogin des Aaremassivs.)
2. — N. J. f. Min., Beilagebd. 26, p. 488, 1908. (Minerallagerstätten, Tessinermassiv.)
3. — Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1905, p. 377. (Danburit vom kleinen Mutsch.)
4. — Jahrb. Schweiz. Alpenklub, Bd. 36, p. 233 und 39, p. 262. Kristallhöhlen im Hochgebirge.
5. — Zentralbl. f. Min. 1914, p. 493. (Molybdänglanz, Aaremassiv.)

6. J. Koenigsberger, Abh. Bayer. Akad. Wiss. München, math.-phys. Kl. **28**, Abh. 10, 1917. (Minerallagerstätten, Vals-Platz.)
7. — Geolog. u. mineralog. Karte des Aaremassivs. Freiburg i. B. 1900.
8. — Zt. f. Krist. **52**, p. 151, 1913. (Ostalpine Minerallagerstätten.)
A. Lacroix, Minéralogie de France et de ses colonies, 5 Bde., 1893—1913, Paris. (Alle Mineralien der französischen Alpen kristallographisch, optisch eingehend beschrieben, die Fundorte und meist auch das Muttergestein sind angegeben. Ein besonderes Fundortsregister ist im 5. Bd.)
1. Chr. Lardy, Schweiz. Denkschriften 1, 2, 200, 1833. (Mineralien des Gotthards vgl. unter A. L.)
2. — N. J. f. Min. 1834, p. 206. (Axinit oder Scopi.)
3. — Taschenbuch f. g. Mineralogie v. C. Leonhard I, 69, 1815. (Campolungo.)
L. Lavizzari, Escursioni nel Cantone Ticino. Lugano 1863. (Bes. Prehnit A. Froda p. 873. — A. Erena bei Peccia: Adular, Sphen, Desmin p. 882, p. 885, Chlorit p. 893, einachsiger Glimmer p. 892, rosa Fluorit p. 946, Anatas p. 956. — Val Sovenda p. 439: Apatit, Sphen, Pyrit. — Alpe Froda p. 441: Prehnit auf Quarz. — Alpe di Rodi bei Fusio: Turmalin in Quarz und Disthen p. 443.)
1. A. Leuze, Ref. Zt. f. Krist. **17**, p. 223, 1890. (Magnesit und Dolomit von Scaleglia, Eisenspat vom Cavradi.)
2. — Ref. Zt. f. Krist. **18**, p. 668, 1891. (Kalkspat, V. Nalps usw.)
3. — Ref. Zt. f. Krist. **27**, p. 532, 1897. (Dolomit, Scaleglia.)
1. W. J. Lewis, Mineral. Mag. **13**, p. 61 u. 292, 1903. (Diopsid, Tscherwandune und Quarz vom Ofenhorn.)
2. — Mineralogical Soc. London, 23. Jan. 1912. (Livingeit von Imfeld.)
3. — Min. Soc. London. 12. Nov. 1912. (Ilmenit von Imfeld.)
4. — Min. Soc. London, 16. Nov. 1909. (Sartorit usw. vom Binnental.)
5. — Geol. Mag. **18**, p. 45, 1909. (Wiltschireit, Binnental.)
6. — Zt. f. Krist. **48**, p. 514, 1911. (Wiltschireit, Imfeld.)
G. Linck, N. J. f. Min. 1907, I, p. 21. (Orthoklas im Dolomit von Campolungo.)
G. Lincio, Att. R. Acc. science Torino **45**, 19. Juni 1910. (Mineralien von Alp Veglia, Simplon.)
R. Lindt, Jahrbuch Schweiz. Alpenklub **5**, 180, 1868. (Kristallfund vom Tiefengletscher, ausführliche Beschreibung.)
F. Lusser, Schweiz. Denkschr. I, 1, 149, 1829, A. L.
1. O. Luedecke, N. J. f. Min. 1881, **2**, p. 23. (Skolezit, Schattiger Wichel.)
2. — Zt. f. Krist. Ref. **4**, p. 543, 1880. (Epidot, Schattiger Wichel.)
3. — N. J. f. Min. 1879, p. 618. (Calcit usw. vom Skolezitfundort, Schattiger Wichel.)
G. Mann, N. J. f. Min. 1905, I, p. 203. (Mineralien von Campolungo.)
F. Millosevitch, Atti R. Acad. dei Lincei **5**. R. C. Cl. fis. mat. nat., p. 92, 1905. (Anatas, Binnental.)
Melczer, Zt. f. Krist. **37**, p. 594, 1903. (Eisenglanz, Cavradi.)
Merz, Nat. Ges. Zürich 1861, Heft 4. (Bergleder, Serpentin, Findelengletscher, Zermatt.)
F. Pearce u. A. Fornaro, Arch. sc. phys. Genève **10**, p. 435, 1900. Ref. Zt. f. Krist. **33**, p. 657, 1902. (Brookit vom „Bristenstock", Rieder Tobel.)
Ch. Palache, Zt. f. Krist. **24**, p. 590, 1895. (Brookit, Grieserntal.)
M. Piners, Zt. f. Krist. **22**, p. 493, 1894. (Melanit, Zermatt, Analyse.)
H. Preiswerk, Verh. Nat. Ges. Basel **28**, p. 178, 1917. (Skapolith, Tessin bei Prato, bei Piora, bei Airolo.)
1. G. T. Prior, Min. Soc. London, 16. Juni 1908. (Seligmannit von Imfeld.)
2. — Min. Soc. London, 17. März 1914. (Rathit von Imfeld.)
3. — Min. Mag. **15**, p. 385, 1912. (Seligmannit, Tennantit, Fuchsit von Imfeld.)
F. Ranfaldi, Mem. R. Acad. dei Lincei (5) **9**, fasc. 11, p. 438, 1912. (Titanit von V. Giuf) Dem Verfasser nicht zugängliche Abhandlung.
1. G. vom Rath, Zt. Dt. Geol. Ges. **14**, p. 369, 1862. (Mineralien und Fundorte aus dem Quellgebiet des Rheins, Tavetsch, Gotthard usw.)
2. — Zt. Dt. Geol. Ges. 1864. (Dolomitlager von Campolungo.)
3. — Pogg. Ann. **158**, p. 402, 1876. (Anatas, Cornera.)
4. — Zt. f. Krist. **5**, p. 27, 1891. (Albit, Scopi und Burg am Viescher Gletscher p. 492, Granat von Piz Alpetta. korrodierter Quarz von Scopi.)
5. — N. J. f. Min. 1874. Nekrolog auf Hessenberg. (Apatit und Turnerit vom Tavetsch.)
6. — Pogg. Ann. 1874, Jubelbd. p. 542. (Korrodierter Rauchquarz vom Tavetsch.)

7. G. vom Rath, Pogg. Ann. **128**, p. 242, 1866. (Axinit vom „Scopi" [Vallatsch].)
8. — Pogg. Ann. **119**, p. 247, 1863. (Monazit vom Tavetsch, St. Brigitta.)
G. Rose, Sitzber. Ak. Wiss., Berlin 1844, p. 244 (Quarz von?) u. p. 251 (Quarz mit Sphen von „Disentis" [Drun?]). Das von Rose gefundene (07$\bar{7}$2) ist an den von mir untersuchten Kristallen äußerst selten und unsicher.
H. Schardt, Eclog. geol. helv. 1896. (Molybdänglanz, Grimsel.)
1. C. Schmidt, Zt. f. Krist. **11**, p. 591, 1886. (Skolezit vom Schattigen Wichel und Viescher Gletscher. p. 602, Albit von Windgälle.)
2. — Zt. f. Krist. **27**, p. 137 u. **36**, p. 160, 1902. (Scheelit vom kleinen Mutsch, Maderanertal.)
3. — N. J. f. Min. 1900, I, p. 16. (Steinbruchgraben, Baltschiedertal.)
4. — u. A. Heim, Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, Lief. **25**, 1891, Bern.
E. Schmidt, Zt. f. Med. und Nat., Jena, Juli 1880. (Skolezit, Schattiger Wichel.)
A. Schmidt, Zt. f. Krist. **6**, p. 99, 1882. (Axinit von Medels.)
1. A. Schrauf, Zt. f. Krist. **9**, p. 470, 1884. (Anatas und Rutil auf Eisenglanz, Cavradi.)
2. — N. J. f. Min. 1869, p. 342. (Albit vom Mittagshorn.)
Schuster, Tscherm. Mitt. N. F. **5**, 397 u. **6**, 301. (Danburit von Vallatsch.)
1. G. Seligmann, Ref. Zt. f. Krist. **13**, p. 64. (Anatas, Cuolm da Via.)
2. — Naturh. Verein Rheinlande, Bonn. Korr.-Bl. 1882, p. 106—108. (Lercheltini. Turbenalp. Monazit von Mti. Camperio.)
3. — Naturh. Verein Bonn. Korr.-Bl. 1883, p. 100—108. (Brookit vom Tscharren. Xenotim, Hämatit und Monazit von Cavradi. Danburit von P. Vallatsch. Idokras, Diopsid von Zermatt. Hämatit vom Gorpibach. Hämatit von Bächital bei Reckingen. Phenacit usw. vom Lauinenbett bei Reckingen. Milarit vom V. Strim.)
4. — Zt. f. Krist. **6**, p. 231, 1882. (Monazit von Perdatsch und Mti. Camperio.)
A. Sigmund, Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark **53**, p. 240, 1916. (Kluftminerale der Brucker Hochalp.)
1. G. F. H. Smith, C. R. Min. Soc. London, 23. Jan. 1912. (Anatas, Binnental.)
2. — Min. Mag. London **16**, p. 290, 1914. (Anatas, Binnental.)
R. H. Solly u. G. F. Smith, Min. Soc. London, 14. Nov. 1911. (Dufresnoysit und Seligmannit von Imfeld.)
R. H. Solly, Min. Soc. London, 23. Jan. 1912. (Sulfarseniat des Blei von Imfeld.)
— Min. Mag. London **16**, p. 282, 1914. (Seligmannit und Dufresnoysit von Imfeld.)
R. H. Solly u. G. F. Smith, Min. Mag. London **16**, p. 287, 1914. (Hatchit von Imfeld.)
1. P. Placidus a Spescha, Carte specielle et petrographique du Mont St. Gotthard et de ses environs. J. J. Waibel. Basel 1817?
2. — Leben und Schriften. Herausgegeben von F. Pieth und K. Hager, Bern 1913.
A. Stockar-Escher, Pogg. Ann. **95**, p. 506. (Epidot von „Cavardiras".)
B. Studer, N. J. f. Min. 1855, p. 179. (Fluorit von Grat zwischen Ober- und Unteraargletscher und von A. Erena. Diopsid am Saasgrat zwischen Rimpfischhorn und Strahlhorn. Sphen im Syenit von Sedrun. Fluorit usw. Giblisbach, Viesch. Disthen und Staurolith von A. Spuonda. Adular von Rotlaui. Molybdänglanz von Baltschiedertal.)
A. Streng, N. J. f. Min. 1876, p. 171.
1. F. M. Stapff, Generelles geologisches Profil in der Ebene des Gotthardtunnel. Zürich 1880. (Tunnelmineralien.)
2. — Geologische Tabellen und Durchschnitte des Gotthardtunnel. Bern 1874—1879. (Tunnelvorkommen eingehender beschrieben und die Klüfte eingezeichnet.) Die zitierten Stellen sind im Text und auf den Durchschnitten bei dem betreffenden Meterabstand vom Nord- oder Südportal zu finden.
Chr. Tarnuzzer, Jahresber. Nat. Ges. Graubünden 1918. (Talk im Lavezstein des Calmot.)
G. Tschermak, Denkschriften Wiener Akad. 1894, **61**, p. 365. (Gewundener Quarz, Göscheneralp?)
1. C. Viola, Zt. f. Krist. **38**, p. 74, 1904. (Adular von der Furka, „Walliser Typus des Adular".)
2. — Zt. f. Krist. **32**, p. 305, 1900. (Skopigesetz der Zwillingsbildung von Periklin [vom P. Vallatsch?].)
O. Volger, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien, 1854, Zürich.
A. Wäber, Jahrb. Schweiz. Alpenklub **25**, 380, 1890. (Alte Kristallhöhle vom Zinkenstock.)
Wanger, N. J. f. Min 1833, p. 189 u. 547. (Axinit von Scopi.)
Fr. Weber, Kalisyenit des Piz Giuf. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz **14**, 1904, p. 142. (Faujasit vom Roten Wichel. Milaritfundorte. Galenit und Wulfenit. Ferner die häufigen Mineralien des Kalisyenit.)

1. Websky, Pogg. Ann. **99**, p. 300, 1856. (Quarz in Byssolith liegend, Byssolith und Epidot einschließend, von „Grimsel“ Rotlaui.)
2. — N. J. f. Min. 1882, 1 p. 207. (Phenacit von Reckingen.)
3. — Jahresber. Schles. Ges. Vaterl. Kultur 1870, **47**, p. 42. (Quarz mit Calciteindrücken in Byssolith „Oberhasli“, wahrscheinlich Grieserntal.)
1. E. Weinschenk, Zt. f. Krist. **32**, p. 261, 1899. (Fundorte von A Spuonda und Mussaalp.)
2. — Zt. f. Krist **26**, p. 337, 1896. (Minerallagerstätten des Großvenediger.)
3. — Zt. f. Krist. **26**, p. 166. (Zoisit, Gornergrat.)

E. Weiss, Niederrh. Ges. Bonn, 1871, 9. Dezember, p. 149. (Quarz vom „Gotthard“.)

1. D. Wiser, N. J. f. Min. 1839, p. 413. (Zoisit vom Mittaghorn und Rimpfischwänge; Fluorit vom Zinkenstock, Unteraargletscher; Baryt von Cavradi; Apatit, Adular, Axinit, Chlorit von Scopi; Brookit vom „Steintal“ (?); Apatit von Sella; Calcit, Adular, Quarz, Chlorit „Maderanertal“; farbloser Turmalin (Diaspor?) Campo lungo; p. 557 Apatit, Scopi; Amethyst „Mutthorn südlich von der Furka“ (?).)
2. — N. J. f. Min. 1838, p. 162. (Epidot mit Amianth, Adular, Pyrit, „Rotalp“ Guttannen, Rotlaui; Chabasit auf Rauchquarz, Sedrun; Brookit auf Calcit, Grieserntal; Schwarze Blende, Hospental; Pyrit auf Prehnit, Peccia.)
3. — N. J. f. Min. 1841, p. 344. (Heulandit auf gebrochenem Rauchquarz „Krispalt“, Schattiger Wichel oder Krüzlistock?; p. 94 Sphen und Heulandit „Krüzlital“, Drun; Strontianit, Cavradi; Aragonit Medels; Rutil und Dolomit Campolungo; Brookit mit Anatas „Tavetsch“.)
4. — N. J. f. Min. 1844, p. 158. (Chabasit vom Riental); p. 164—167 (Anatas von „Ursernspitze“, Sorescia; Fluorit von A Erena; Anatas usw. St. Brida; Prehnit mit Bergleder vom Gornergletscher; Aragonit, Limonit, Rutil, Schipsius; Korund, Pyrit von Campolungo; Titanit, Pyrit, Adular „V. Maggia“, A. Erena (?)).
5. — N. J. f. Min. 1860, p. 785. (Chabasit usw. „Riental“ (?); Eisenglanz ganz und gebrochen in Quarz von Cavradi; Rauchquarz, Epidot einschließend, von „Mittelplatte, Krüzlipaß“ [Kleiner Mutsch (?)].)
6. — N. J. f. Min. 1842, p. 217. (Kleines Ofenhorn; Fluorit von Giebelbach bei Viesch; Diopsid von Tscherwandune; Zirkon (Xenotim?) mit Eisenglanz ohne Rutil von Cavradi.)
7. — N. J. f. Min. 1846, p. 578. (Prehnit, Epidot, Laumontit, Granat, Asbest, Albit vom „Mittagshorn“ [Eginerhorn], wahrscheinlich verschiedene Fundstellen; Anatas, Apatit, Laumontit vom „Gotthardhospiz“ [V. Prevot? oder Lucendrogletscher?].)
8. — N. J. f. Min. 1849, p. 797. (Axinit mit Chlorit von „Prosa“ [P. Vallatsch].)
9. — N. J. f. Min. 1865, p. 726 u. 836. (Adular „Galenstock“, Großtal; Pyrit usw. vom V. Giuf; Anatas usw. „P. Muraun“ [?]; Anatas vom Mompemedels.)
10. — N. J. f. Min. 1867, p. 337. (Fluorit „Galenstock“ [Juchlistock?]; „Xenotim“ (Anatas?), auf Hämatit mit Rutil, Cavradi; Rutil, Anatas, Brookit, Grieserntal.)
11. — N. J. f. Min. 1858, p. 447. (Fluorit vom „Galenstock“ [Juchlistock] mit Anatas und Brookit.)
12. — N. J. f. Min. 1856, p. 14. (Brookit usw. vom Grieserntal; Titanit von Sumvix [Rusein?]; Apatit von Sella, Desmin auf Adular; Titanit von „Cuolm da Vi“ [Drun]; Stilbit, Laumontit, Heulandit vom „Mutsch“ [Krüzlistock oder Schattiger Wichel?].)
13. — N. J. f. Min. 1866, p. 804. (Brookit mit Pyrit, großes Lungerntal); p. 193 (Apatit Großtal; Eisenglanz mit Albit Tavetsch; Titanit auf Quarz „St. Brida“; Anatas in Quarz Tavetsch [Perdatsch], Eisenspat auf Rutilhaaren von St. Antonio, Tavetsch; Adular auf Byssolith „Maderanertal“ [Grieserntal]; Desmin auf Byssolith vom „Krüzlital“ [Drun?]).
14. — N. J. f. Min. 1847, p. 548. (Sphen „Rothen Boden“ [Risseten] bei Guttannen; Sphen auf Eisenglanz „Gotthard“; Rauchquarz mit Vertiefungen „Göscheneralp“ [Nünistock]; Byssolith, Grieserntal; gelber Rutil in Quarz mit Periklin und Apatit „Sella“; gelbgrüner Granat, Magnetit, Bergkork „Zermatt“.)
15. — N. J. f. Min. 1859, p. 426. (Anatas, Grieserntal; Fluorit, A Erena.)
16. — N. J. f. Min. 1861, p. 832. (Antimonit mit Siderit „Giom“ [St. Antonio]); p. 672 (Fluorit und Rauchquarz „Vrin“ [Vals, Piz Frunt]; Apatit usw. „Cavorgia“ ?).
17. — N. J. f. Min. 1840, p. 214. (Desmin, Quarz mit Anhydrit usw. „Riental“; Hämatit, Cavradi; Fluorit, Schöllenen.)

18. D. Wiser, N. J. f. Min. 1864, p. 217. (Amethyst, Südseite St. Gotthard; Apatit, Poncione della Fibbia; Quarz mit Rutil, Eisenglanz, Apatit, Sphen usw., Oberalpstraße (?) auf Grünschiefer.)

19. — N. J. f. Min. 1854, p. 27. (Eisenglanz ohne Rutil, Adular, Muskovit usw., „Pomonetto della Fibbia“ [?]; Laumontit, Desmin, Mutsch (?); Rutil, Campolungo; Titanit, Pyrit, Calcit, Campolungo.

20. — N. J. f. Min. 1863, p. 697. (Anatas und „Eisenglanz“ von Beerenen, Grieserntal.)

21. — N. J. f. Min. 1837, p. 832. (Rutil, Anatas, Brookit, Grieserntal.)

22. — N. J. f. Min. 1872, p. 189. (Magnetkies, Kupferkies, Antimonit, „Tavetsch“ [St. Antonio]; Rutil, Turnerit, Aragonit, „Tgom“; Albit, Siderit, „Medels“ [Lukmanierschlucht]; Chabasit auf Quarz, „Medels“ [?].)

23. — N. J. f. Min. 1848, p. 519. (Apatit, Muskovit, Anatas, Adular, Laumontit, „Fibbia“ [vgl. 7].)

24. — N. J. f. Min. 1851, p. 571. (Hämatit ohne Rutil etc. [wie 19], „Lucendro“ [wohl Lucendropaß]; Fluorit auf Calcit, „Göscheneralp“; Hessonit, „Disentis“ [V. Maigels].)

25. — N. J. f. Min. 1870, p. 985. (Chabasit auf Hämatit, Adular, Muskovit, „Fibbia“; Prehnit, Epidot, Titanit, Periklin, Epidot, „Tavetsch“ [Ravetschgletscher]; Turnerit, „Cavradi“ [Perdatsch?]; Galenit, Antimonit, Quarz, „Giom“, St. Antonio; Rutil, Siderit, Desmin, Quarz, St. Antonio; Rutil auf Hämatit, Cavradi; Apatit, Adular, Quarz, Hämatit (?), „Fibbia“; Chabasit, Adular, Apatit, Byssolith, Titanit, Milarit von „P. Cavradi“, Tavetsch [V. Giuf]; Heulandit auf Calcit, „Sedrun“ [Drun].)

26. — N. J. f. Min. 1873, p. 189. (Albit, Siderit, Quarz, „Medels“, Lukmanierschlucht; Chabasit, Quarz, „Medels“ [?].)

27. — N. J. f. Min. 1845, p. 302. (Dolomitzwillinge, Campolungo; Apatit, Adular, Laumontit, „Gotthardhospiz“.)

28. — N. J. f. Min. 1843, p. 297. (Granat von Lohlen, Maigels; Rutil, Magnesit, Dolomit, Ilmenit, Talk, Apatit von Wylerstuden; Anatas, Apatit, „Tavetsch“; Calcit, Adular, Titanit, Krüzli“ [Calmot?].)

29. — N. J. f. Min. 1859. (Quarz, Sphen mit Rutilnadeln, „Schipsius“ [Sorescia di scia]; Anatas, Quarz, Calcit, Chlorit, Grieserntal.)

E. A. Wülfing und F. Hörner, Sitzber. Heidelberg. Akad. Wiss. 1915, Abhdlg. 10. (Staurolith, „Pizzo Forno“.)

F. Zambonini, Zt. f. Krist. **37**, p. 9, 1903. (Epidot von „Guttannen“, wohl Rotlaui.)

R. Zeller, Jahrb. Schweiz. Alpenklub **31**, p. 279, 1895/96. (Mineralfundorte Binnental, Imfeld, Lercheltini.)

v. Zepharovich, Sitzber. Wien. Akad. 1864, **49**, p. 74. (Idokras, Rimpfischwänge.)

1. F. Zyndel, Eclog. geol. helv. **11**, p. 266, 1910. (Quarzzwillinge von Grieserntal und Disentis.)

2. — Zt. f. Krist. **53**, p. 15, 1914. (Quarzzwillinge aus Grieserntal und von Disentis.)

3. — Jahresb. Naturf. Graubünden **54**, p. 30, 1912—13. (Quarzzwillinge nach Zinnwaldergesetz aus Graubünden.)

## b) Alte Literatur (A. L.).

1. Joh. Stumpff erwähnt in der „Gemeiner und löblichen Eydgenossenschaft Landesbeschreibung“ von 1546, daß er etliche Stücke Kristalle auf der Grimsel selbst gefunden hat [wohl I, 1'' (IVc)].

2. Alte Fundorte, die in den Jahren von 1580 bis 1590 ausgebeutet wurden (vgl. L. Koe 4, p. 289), liegen in der Val Cristallina im Mederlsertal [vgl. I, 1'' (XX u. XXI)].

3. Josias Simler, Vallesiae et Alpium descriptio, Leiden 1633, gibt keine bestimmten Fundortsangaben, erwähnt nur Kristalle mit purpurähnlicher Farbe, die als Amethyste verkauft werden, aus dem Oberwallis.

3a. Joh. Jak. Wagner, Historia naturalis Helvetiae, Zürich 1680, bringt eine Reihe von Angaben über die Fundorte von großen Quarzkristallen. Hier wie in der folgenden Literatur die alte, oft wiederholte Angabe über den Granat von Biasca übernommen, die — nach B. Studer — zuerst Domenico Macaneo 1490 gemacht hat, die Guler in seine descriptio Rhaetiae aufgenommen hat, und die höchstwahrscheinlich auf einer Verwechslung beruht. Quarzkristalle von „Rossmatt in Valle Crazera“, was wahrscheinlich Rossmettlen im Urserental (Vallis Orsera) (C verdruckt statt O) am Fuß der Spitzberge [vgl. I, 1' (VIa)] bedeutet, ferner Grimsel (vgl. 1), Gotthard, Furka [wohl I, 1'' (VIII)] und aus dem Tavetsch, dann aus dem „Valle Masinensi“ (?) und vom Monte Rubro, der wahrscheinlich der romanische Piz Tgietschen (tgietgen-rot), der Oberalpstock ist, und zwar an dessen Südseite, am Calmot.

4. Karl Lang, Historia lapidvm figvratorvm, Luzern 1708, erwähnt Bergkristall mit Einschluß von Amianth und „Haaren", wahrscheinlich von den Fundorten am Weg und an den Alpen des Gotthardhospiz, von der Tremola und Sorescia [wohl IIIb, 2 (IVa u. VIII)]. Die eine Zeichnung auf Tafel 3 läßt auch deutlich die für den Quarz der Tremolaschiefer charakteristischen steileren Rhomboeder erkennen. Ferner wird zweispitziger Quarz „adamas Bristorcensium" also wohl von Bristen (Griesernalp?) erwähnt; dann werden die Angaben von J. J. Wagner wiederholt.

5. A. Wäber hat im Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs **25**, p. 380, 1889—90 den anonymen ältesten Bericht über eine Reise zur Kristallgrube am Zinkenstock aus dem Jahr 1721 (2 Jahre nach Entdeckung der Kristallkluft) wieder ans Tageslicht gezogen, den nach E. v. Haller D. Märki verfaßt hat. Die Beschreibung, die Wäber abgedruckt hat, bringt mineralogisch wenig Neues. In den 2 Jahren wurden dort etwa 400 Zentner Kristalle gegraben. Weiter gibt Wäber noch eine kurze Geschichte des Kristallsuchens, wobei er als Hauptquelle eine kleine Schrift von Andr. Willi „Strahler im Hochgebirge", Meiringen 1883, benutzt. Man ersieht daraus, daß eine Kristallgrube in der Spitallamm (in der Aarschlucht unterhalb des Spitalbogens bei 1814 m) [I, 1' (IVc)] in den Jahren 1690—1695 ausgebeutet wurde (vgl. oben 1). Um diese Zeit wurden auch am Zinkenstock zuerst Kristalle gefunden [I, 1'' (IVa)]. Von 1719—1760 — letzteres ist die Zeit des Vordringens der Gletscher — wurden die meisten älteren Kristallhöhlen eröffnet. Die Flußspate an der Oltschenalp [IVa, 1' (I)] wurden 1830 gefunden, die neueren (vgl. auch A. L. 16 u. 17) Funde am Bächligletscher (Juchlistock) [I, 1'a (II)] etwa 1870, die Rauchquarze vom Galenstock [I, 1 (IX?)] und die Amethyste der Löffelhornkette [I, 9 (I)] 1873, der Fund am Tiefengletscher [I, 3 (I)] 1868, die Scheelite der Kammeck oberhalb Rotlaui [IIIa, 1 (XI)] 1886, während die andern Mineralien der Rotlaui schon früher gefunden worden waren.

6. J. J. Scheuchzer, Naturgeschichte des Schweitzerlandes usw., Zürich 1746, II. Band, spricht in der Reise von 1705 über eine Kristallmine, in den Schöllinen [wohl Ia, 1'' (IV)], worin für 1500 Gulden Kristalle gefunden wurden. Sonst erwähnt er nur noch die Granaten aus der Gegend von Biasca nach der alten Angabe von Guler (vgl. 3a) und die von Airolo im Hornblendebiotitschiefer, die er offenbar selbst gesehen hat. Der Herausgeber J. G. Sulzer fügt eine Beschreibung seiner Reise zu der Sandbalmhöhle bei Göschenen bei [I, 1' (I)].

7. J. G. Altmann gibt in seiner „Beschreibung der helvetischen Eisberge", Zürich 1751 eine Schilderung von dem Fundorte am vorderen Zinkenstock am Ende des Unteraargletschers mit Zeichnungen, die ihm der Arzt M. A. Cappeler in Luzern geschickt hat (vgl. auch 5). Nach seiner Karte wären die Kristallhöhlen zwischen dem Bach, der vom Trübtensee kommt, und dem Bach des Oberaargletschers, etwa 100 m über dem Talboden und westlich vor dem Ende des Unteraargletschers gelegen. Es sind 2 kleinere Kristallgruben, ferner eine damals schon ältere und neben den 2 kleineren der große, 1719 entdeckte Kristallkeller, der 1900 noch als Moores Werk von alten Kristallsuchern bezeichnet wurde, weil er von Peter Moor aus Geißholz geöffnet wurde. Diese Höhle ist aber weiter westlich am Nordabhang von P. 2658 gelegen, wie auch A. Wäber angibt.

8. G. S. Gruner bringt in seinen „Eisgebirgen des Schweizerlandes", Bern 1760 einige Angaben. Die in der älteren Literatur immer wiederkehrenden 12 eckigen Granaten bei Biasca (vgl. 3a) verwechselt er mit den bekannten Granaten von Airolo. Diese hat Gruner selbst gesehen; er sagt, daß sie in einem Fels liegen, der außen rotgefärbt ist. p. 51 erwähnt Gruner „den Berggang voll schöner Kristalle in der Urschlaui" [I, 1' (Ia)], ferner „in der Schöllenen" (vgl. 6) einen, der auf 15000 Gulden geschätzt wurde, außerdem in der Sandbalm (vgl. 6), die aber irrtümlich an das Dorf Meyen verlegt wird; Quarz und Kalkspat werden von dort als Mineralien angeführt.

Aus dem Maderanertal und der Umgegend von Amsteg werden Silbererze, Kupfererze und Bleierze im Teiflauital angegeben; „bei Amsteg findet man einen Quarz, in welchem Amianth liegt". Das ist wahrscheinlich der Fundort am Anfang des Tieflauitals [vgl. IIIa, 5 (I u. II)], den die Bergleute auf dem Weg zum Bergwerk entdeckt hatten.

9. Andreae, Briefe aus der Schweiz usw. in dem Jahr 1763, Zürich 1776, erwähnt eine Kristallgrube am Pfaffensprung (p. 141) auf der rechten Seite der Reuß, etwa eine halbe Stunde von der Gotthardstraße. Er war selbst dort und hat Quarz, Kalkspat und einen braunen Lehm beobachtet, außerdem die Zersetzung des Gesteines an der Kluft gesehen. In Göschenen erhielt er roten Flußspat,

in Hospental Rauchquarz; also wurden damals schon die höher gelegenen Fundstellen an den Spitzbergen ausgebeutet.

10. G. S. Gruner, Versuch eines Verzeichnisses der Mineralien des Schweizerlandes, Bern 1775, erwähnt Quarz vom Zinkenstock von dem alten Kristallkeller (vgl. 5 und 7), in dem klare Stücke bis zu 800 Pfund vorkamen, ferner von der Grimsel, in Uri vom Reinbord und Rotzberg, das sind Rainbord und Rossmettlen südlich der Spitzberge, also die Fundorte in den Spitzbergen [vgl. I, 1' (IV)], dann Galenstock, Berge im Oberalptal (Fundorte am Oberalpstock), einen sehr reichen Kristallkeller auf den Silebozen (?) (surlas pozes?), ferner auf Bergen westlich vom Schöllenental (wieder die Spitzberge), auf Griesalp und Gerstenenalp im Maiental (?), ferner in Urslaui (bei Wasen), dann in der Sandbalm (vgl. 6), ferner am Schwarzenstock bei Rupleten, also wohl das Schwarzstöckli im Maderanertal bei der Brunialp östlich vom Oberalpstock, das aber nur wenig Kristalle geliefert hat, ferner vom Krüzlistock einen Keller „24000 Gulden Wert" [vgl. I, 2 (II)], wurde wahrscheinlich 1720 von Joh. am Bord in Amsteg entdeckt (vgl. L. Koe 4), dann im Berg Hegdorn bei Vieschbach, also bei Viesch (jetzt unbekannt), mit sehr großen und sehr klaren Kristallen, in Bünden auf „Telli" und „Putz" (Telli = Val Val oder Fellital. Putz = pozes, Ostwand des Crispalt?, wo früher große helle Rauchquarze gefunden wurden. Dunkeler Quarz von der Grimsel am Ursprung der Aare unter dem Lauteraargletscher (wahrscheinlich die Fundorte am vorderen Zinkenstock), ferner vom Schattigen Wichel [wohl III, 1' (bei II)], der also damals schon als mineralreich bekannt war.
11. Eine Vergleichung der Kristallmassen bei den größeren Funden der früheren Zeiten gibt an Hand der Literatur R. Lindt, Jahrbuch Schweizer Alpenklub 5, p. 182, 1868—69.
12. G. K. Ch. Storr, Alpenreise, Leipzig 1784—86, hat die Kristallhöhlen am Zinkenstock besucht, erwähnt ferner bei Hospental im Bette der Reuß 2 Kristallhöhlen, erhielt in Wasen Quarz, rosa Flußspat, großen Pyrit, erwähnt eine Kristallgrube bei Wasen (Urschlaui? vgl. 8) und eine am Pfaffensprung. Er beschreibt, wie er vom „Lago di Stella" (Sella) am Gotthardhospiz beziehungsweise von der Alp zum Fundorte der „Adulare" kam. Ganz klar ist seine Beschreibung nicht; auch war damals der Adular noch nicht sicher bekannt; doch ist wahrscheinlich, daß er die Kristallhöhle südlich vom Sellasee besucht hat [I, 6⁰ (II)].
13. Hermenigild Pini macht in seiner Abhandlung „Über den St. Gotthardsberg", Wien 1784 (Reise von 1781), Übersetzung, folgende Angaben: „Aus den Gegenden von Airolo" erwähnte schon Gruner die Entdeckung einer Zinngrube. Pini berichtigt, daß es sich um Bleiglanz handelt; es ist das höchstwahrscheinlich das jetzt noch zeitweise betriebene Bergwerk am Corandoni, östlich von Piora. Die Fundorte hat Pini nicht selbst gesehen. Damals wurden gefunden Quarz mit grünem, weißem und gelbem Amianth (vgl. 4), ferner Quarz mit Adular und Muskovit, in der heutigen Bezeichnung, wahrscheinlich von den Fundorten an der Fibbia [I, 6 (I)]. Dann wird der rote Flußspat aus dem Urserental erwähnt, also aus der Kette der Spitzberge, Amethyst mit dem charakteristischen Hervortreten des einen Rhomboeders ohne Fundortsangabe, wohl kaum aus der Zentralschweiz. Der Adular „vom St. Gottbard" ohne genauere Fundortsangabe wird mineralogisch exakter beschrieben.
14. Chr. de Mechel, Itinéraire du St. Gotthard, Basel 1795, gibt ein eingehenderes Verzeichnis nach J. P. Berthout van Berchem, Exchaquet und Struve. Folgende Mineralien sind genauer charakterisiert: rotbrauner Granat bei Airolo am Eingang der Val Canaria (V, C. I), ferner Hyazintgranat „aus der Seite von Graubünden" [Maigelsseen IVc, 1 (I)], Staurolith auf Glimmerschiefer als Kreuzzwillinge, angeblich von Piora (wohl A. Spuonda V, D), schwarzer Turmalin vom „Taneda", grüner Epidot (?) in derbem Quarz vom Guspis, wahrscheinlich das Vorkommen vom Lucendrosee (V, L). Die roten Rutilzylinder sind sicher die von dem Fundort Sorescia di scia [IIIb, 1 (I)]. Sagenit vom Taneda ist wohl der von Scipsius [IIIb, 2 (III)]. Quarz mit Einschlüssen von Rutil, Turmalin, Amianth, Hämatit kommt von den Fundorten in der Nähe des Gotthardhospiz. Adular von Gotthard, Sella (vgl. 12 u. 13), Taneda [II, 6a (V)]. Die großen Muskovitkristalle von der Unteralp sind vom Grat des Badus am Unteralptal (V, B). Die bekannten Vorkommen von den Wylerstuden [IIIa, 20 (Ia u. I)] und dem St. Anna-Gletscher werden aufgezählt. Tremolit von Campolungo, wodurch die Angabe von H. Pini, der den Tremolit angeblich in der V. Tremola entdeckte, berichtigt wird, und von den Spitzbergen (von letzteren entweder Laumontit [I, 2 oder 3] oder Ortsverwechslung). Roter Flußspat von den Spitzbergen [I, 1' (IV u. VIa)]. Mit diesen Angaben

im Text stimmen im wesentlichen die Einzeichnungen auf der Karte. Das Pegmatitvorkommen vom Badus (V, B) ist aber fälschlich auf die Westseite des Unteralptales statt auf die Ostseite (am Badusgrat) verlegt worden. Die Einzeichnung von schwarzem Schörl am Guspis und Blauberg entspringt unstreitig falscher Fundortsangabe oder Mineralbenennung (vielleicht dunkle Hornblende). Der Fundort von Rutil (vgl. oben) ist an den Fieudo statt auf Sorescia oder Scipsius verlegt worden. — Adular, Turmalin, Chlorit, Quarz sind bei Schipsius und Stella angegeben, was nicht richtig sein kann. Der Fundort von Turmalin usw. [IIIb, 4 (I u. II)] ist richtig eingezeichnet, aber die Bergkette wird heute auf der Karte Puntanera und nicht Taneda genannt, der andere Turmalin-Fundort mit „Adular“ (wohl Albit?) am Monte Scuro [IIb, 9 (I u. II)] ist unrichtig; er wäre südwestlich vom Piorasee anzugeben.

15. H. B. de Saussure, Voyages dans les Alpes. Neuchâtel 1796. Saussure hat den Gesteinen und dem geologischem Aufbau mehr Beachtung geschenkt wie den Mineralien. Er besuchte die Kristallhöhle an der Sandbalm (vgl. 6) und fand dort Quarz, Kalkspat, grünen sowie braunen Chlorit. Er stieg auf seinem Weg über den Gotthard, eine halbe Stunde von der alten Tremolabrücke, nach Südwesten, also gegen Scara Orell, wo der Vater seines Führers früher in Hornblendeschiefer eine Kristallhöhle [IIIb, 2 (IVa)] mit Quarz und, wie Saussure feststellt, dunkelgrüner Hornblende gefunden hatte. Saussure besichtigte an den Wylerstuden (vgl. 14) den damals noch ein hundert Fuß langen Lavezsteinblock. Von der Grimsel aus ging er zur bekannten Kristallhöhle am Zinkenstock (vgl. 7); sie wurde nach seiner Angabe nach Überschreiten des Gletschers erreicht. Das stimmt mit meiner Beobachtung, aber nicht mit der Karte von Kapeller bei Altmann (vgl. 7), was wahrscheinlich auf einen Irrtum in dieser Karte schließen läßt, und wohl nicht durch Rückzug des Gletschers im Jahr 1750 oder durch Vorhandensein großer alter Kristallhöhlen an verschiedenen Stellen zu erklären ist. In den 3. Reise im 22. Kapitel wird eine Übersicht der Lithologie des St. Gotthard gegeben, die aber einige neue Fundortsangaben bringt. Die schon früher bekannten Mineralien werden genauer charakterisiert. Erwähnt wird Auffindung von Turmalin am „Taneda“; es sind wahrscheinlich die Fundorte östlich vom Piorasee (vgl. 14), ferner die gelbbraunen bis grünen Nadeln im Quarz von Guspis (vgl. 14), die er als „Schorl verd“ bezeichnet. Abgebildet werden die grünen und an den Spitzen rotbraunen Kreuzzwillinge des Titanits von „Disentis“, die wahrscheinlich vom Drun bei Sedrun [IIIa, 15 (I)] kommen.

16. J. G. Ebel, Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge, Zürich 1808, verfügt schon über die Anfänge der modernen mineralogischen Kenntnisse. — Für Rauchquarze gibt er als Fundorte: Gotthard, Montblanc, Dauphiné und das Salzburger Fuschtal an. Im Montblancgebiet wurden 1784 bei dem Bergsturz an den Spitzen „Les Courtes“ viele farblose Quarze und, wie Ebel schreibt, auch Amethyste gefunden. In der Dauphiné führte offenbar ebenso wie im Fuschtale der Bergbau zu der Entdeckung der sich dort genetisch unmittelbar an die Erzgänge anschließenden Mineralklüfte.

Ebel gibt eine größere Anzahl Fundorte in der Dauphiné, in unserem Gebiet die aus der früheren Literatur bekannten, ferner Zinkenstock, Jochlistock [I, 1'a (II)]. Da als Einschlüsse im Quarz netzförmiger Titanschörl, Amianth, Chloriterde, Pyrit angegeben werden, sind auch damals die Fundorte in der Tremolaserie am Gotthardhospiz (IIIb) weiter ausgebeutet worden. Hämatit wird auch als Einschluß erwähnt.

Wenn Amethyst von Mutz- und Spitzberg im Urserental aufgeführt wird, so muß das ebenso wie der Fund von H. Pini dort auf einem Irrtum beruhen. Hyazinthgranaten von Disentis [Maigels, vgl. 14 (IVc, 1 u. 1')], Staurolith von Piora, Idokras vom Sasertale, Oberwallis [Eginerhorn, Saastal IVc, 3 (I)] stammen von den heute noch bekannten Fundstellen. Idokras vom Gotthard ist vielleicht Verwechslung mit Rutil von Campolungo (IVa, 5). „Blätteriger Zeolith, selten auf dem Gotthard“, könnte Desmin oder Heulandit sein. Schwarzer Schörl (Turmalin) in Gneis, Quarz und Glimmerschiefer, sehr häufig auf dem Gotthard, die größten „nordwestlich von Disentis“ stammen wohl aus dem Pegmatitgang am Badus (vgl. 14). Olivengrüner Epidot in Quarz vom Guspis auf dem Gotthard ist wahrscheinlich von der Fundstelle am Lucendrosee (vgl. 14). Axinit wird nur von der Dauphiné und vom salzburgischen Felbertal angegeben. Weißer und grüner Turmalin, sehr selten, in einer Dolomitschicht auf Campolungo, sind Diaspor und Turmalin von dort [vgl. IVa, 4 (I)]. Gemeiner Feldspat und Adular in Quarzkristallhöhlen des Gotthard,

1781 von A. Pini entdeckt, ist ohne nähere Fundortsangabe. Die Bezeichnung auf dem Sidelhorn an der Grimsel muß auf Verwechslung beruhen. Sphen auf dem Gotthard, selten, mag von der Loita di sphen. in V. Sella sein [IIIa, 15 (III)]. Prehnit, apfelgrün, in Quarz und Drusenhöhlen nördlich von Disentis könnte nur aus dem Maigelstale sein, wenn die mineralogische Bezeichnung richtig ist [(IIIa, 16 (I)]. Schwarzer Feldspat auf dem Gotthard, Mont Breven und der Montblanckette ist unbestimmbar. Glimmer in sechseckigen Tafeln, silbergrau und durchsichtig, auf dem Gotthard ist der an den meisten Fundorten im Gotthardgranit (I, 6⁰ usw.) vorkommende Muskovit. Grüner Glimmer oder Lepidolith auf dem Gotthard und Campolungo ist wohl eher Ripidolith. Der Phlogopit von Campolungo ist braun. Gemeine Hornblende auf der Südseite des Gotthard ist das Vorkommen in den Gesteinen der Tremolaserie. Weißer Talk in großen Blättern als Gemengteil von Quarz an der Furka nach Urseren zu ist wahrscheinlich das Vorkommen im Ofenstein der Wylerstuden und vom St. Annaberg (vgl. 14) [IIIa, 18 (II)], ebenso wohl Byssolith als feine elastische Nadelkristalle, Asbest, Amianth vom „Gotthard". Cyanith am Naretsee (?) und im Pioratal am Westende des Ritom- und Cadagnosee (das bekannte Vorkommen bei S. Carlo), oberhalb Dazio in der Schlucht Comba Riale di Foco (wohl die Schlucht gegen Alp Cadonighino über 1272). Tremolit auf Campolungo (IVa, 3), ferner von den Spitzbergen; das letztere ist unbedingt eine Verwechslung — Dolomit auf Campolungo und auf dem Spitzberg, was wieder eine Verwechslung wahrscheinlich mit dem gegenüberliegenden St. Annaberg (IIIa, 20a). Braunspat und Bitterspat „in Talkschiefern des Urserentals" kommt vom St. Annaberg. — Apatit sehr selten im Urserental, könnte vom Großtal stammen (I, 6a). — Roter Fluorit auf dem Mutzberg und oberhalb Realp im Urserental und im Göschenertal sind die bekannten Vorkommen im Aaregranit der Spitzberge bis Winterstock. — Roter Sagenit und Titanschörl auf Taneda und Crispalt des Gotthard beruht auf falschen Fundortsangaben der Kristallsucher (vgl. 14). Sehr zahlreich und wohl meist richtig sind die Angaben von Ebel über Erzgänge auch im Aare- und Gotthardmassiv, auf die wir aber hier nicht eingehen wollen.

17. Ch. Bernoulli, Geognostische Übersicht der Schweiz, Basel 1811, erwähnt Epidot in derbem Quarz von Guspis (vgl. 14). Ferner Zoisit-Epidot mit Hyazinthgranaten vom Sixmadun (vgl. 14), also die bekannte Fundstelle an den Maigelsseen, ferner Staurolit aus der Gegend von Airolo auf der Südseite des Lukmaniers (also wohl die Fundstelle bei A. Spuonda oder bei Quinto). — Turmalin vom Taneda und Mte. Scuro mit Feldspat, Kalkspat und „Titanit" (?) (vgl. 14, 15, 16), höchstwahrscheinlich die Fundorte östlich vom Piorasee. — Schwarzer Schörl in Kristallen von mehr als 2 Zoll Durchmesser im Quarz unweit Disentis, ist höchstwahrscheinlich das leicht zugängliche Pegmatitvorkommen von Turmalin am Grat des Sixmadun [Vb] (vgl. 14). — Der schwarze Schörl in 3 ? und 6 seitigen Säulen mit sechsseitigen gelben Glimmerblättchen am Blauberg, St. Anna-Gletscher, im Tremolatal ist wahrscheinlich zum Teil Hornblende in Hornblendebiotitschiefer. — Quarz wird nach der früheren Literatur erwähnt aus den Kristallhöhlen, am Sandbalm, Grimsel, Jochli (Juchli) [I, 1'a (II)], Zinkenstock und dicht bei Hospental im Bette der Reuß. Die nicht schwer zugängliche Fundstelle am Juchlistock muß schon zur Zeit von H. Pini 1781 bekannt gewesen sein, denn dieser erwähnt violblauen Flußspat „unregelmäßig vielseitig" ausgebildet. — Eine Höhle mit sehr großen, 7—14 Zentner schweren Kristallen wurde oberhalb Naters im Wallis 1770 geöffnet und 1757 eine Höhle im Vieschtal (vgl. 10). — Als Begleiter von Quarz sind auch Glimmer, Pyrit, Adular, Hämatit (also Fundorte an Fibbia und Lucendro) angegeben; in Quarzkristallen eingeschlossen: Titan, Epidot, Amianth, Chlorit, Hohlröhren (Anhydrit), also die bekannten Fundorte zu beiden Seiten des Gotthardhospizes, an der Sorescia und Tremola; der Anhydrit ist vielleicht vom Riental. — Zeolith, „Stilbit" (wahrscheinlich Desmin) vom Lucendrosee auf Quarz, wohl von der großen Kristallhöhle am Lucendropaß [I, 5' (I)] und von „Medels auf Talkschiefer kleine glasglänzende Prismen", — Der von Pini entdeckte Adular von der Sella und Fibbia auf der Nordseite der letzteren Spitze in „weingelben Rhomben" kommt wahrscheinlich auch von dem obenerwähnten Fundort vom Passo Lucendro. — Die bekannten Mineralien Ilmenit, Dolomit, Magnetit, Asbest, Talk aus dem Lavezstein der Wylerstude bei Andermatt und des Lavezsteinbruches am St. Annaberg (vgl. 14, 15, 16) werden mit den damaligen Namensbezeichnungen (Wolfram, Bitterspat usw.) öfters erwähnt. — Für Tremolit, den Pini angeblich in der Val Tremola entdeckte, wird der richtige Fundort Campolungo genannt (vgl. 16). — Zyanit mit „Granatit" (Staurolith) verwachsen, von einer Höhe 7 Stunden oberhalb Giornico (Alp Spuonda). — Grüner und weißer Flußspat derb

und in Würfeln kristallisiert bei Brienz im „Nunn", der von F. v. Fellenberg erwähnte Fundort im „Ruun". — Roter Flußspat auf dem Mutzberg (Spitzberge) im Urserental (vgl. 14—16). Großblättriger Eisenglimmer mit Chlorit, Adular und eingewachsenen großen Titannadeln (Hämatit mit Rutil) wurde gerade damals als von „einer Felsspitze des Urserentals" verkauft und zeigt, daß etwa 1800 der Fundort am Passo Lucendro [I, 5' (I)] entdeckt worden ist. — Rutil, in Nadeln und als Sagenit, wohl mit unrichtigen Fundorten. Anatas auf Quarz nach Ebel (vielleicht von Val Prevot, [I, 6⁰]). — Sphen oberhalb von Disentis im Chloritschiefer mit Adular, beinahe durchsichtig, farblos, mit grünem Chlorit bedeckt, glasglänzend, Durchkreuzungszwillinge aufweisend, ist wohl das alte Vorkommen im untern Teil des Druntobels bei Sedrun (vgl. 15); von dort her auch Sphen in kleinen flachen Rhomben, auch als Durchkreuzungszwillinge der Gestalt, daß beide Tafeln eine gemeinschaftliche Diagonale haben; zum Teil ist es vielleicht Sphen vom Culmatsch [IIIa, 5 (81)], Apatit in kleinen durchsichtigen und weißen Kristallen auf einer Felsspitze des Gotthard, ist wohl das schon früher entdeckte Vorkommen am Sellasee (vgl. 12).

18. F. Lusser, Schweiz. Denkschriften I, 1, p. 144, 1829, zählt kurz die Mineralien auf, die sich in den Urgesteinen finden, gibt aber keine Fundorte. Der Gneisgranit speziell enthält Rauchquarz, Quarz, roter Flußspat, Kalkspat, Epidot, Feldspat.

19. Chr. Lardy, Schweiz. Denkschriften I, 2, p. 200, 1833, gibt als Mineralien im Aare- und Gotthardgranit an: Quarz, Adular, Flußspat (Spitzberg), Apatit, Hämatit (von der Südseite der Kette), Chlorit, Kalkspat, Bleiglanz. — In den Gneisen, zu denen er auch die Hornblendeschiefer zählt, kommen nach Lardy Epidot und Hornblende vor; in den Talkchloritschiefern (Wylerstuden): Dolomit und grünlicher Apatit. Dann werden eingehender beschrieben die Granatschiefer und der Staurolith-Disthenschiefer von Chironico und von Cadonighino bei Campolungo. Für den schwarzen Turmalin wird als Fundort die Höhe des Skaro (Skuro) (jetzige Puntanera), ferner der Taneda angeführt. Eisengraues Titanoxyd, Oktaedrit, kommt aus dem Binnental (gelbgraue Anatas von Lercheltini oder Magnetit?). Eingehend werden die Mineralien des Dolomits von Campolungo und von Imfeld beschrieben; von Campolungo: Calcit, Quarz, Korund, grüner und farbloser (Diaspor) Turmalin, Tremolit, „Talk", Glimmer, Pyrit, Rutil; vom Binnental: Quarz, Pyrit, Arsensulfid. In Klüften der Glimmerschiefer (wobei Granitvorkommen, wie das vom Passo Lucendro, mit unterlaufen): Kalkspat. Apatit nur aus der Val Maggia. Der braune Zirkon, auf Adular vom St. Gotthard 1828 erhalten, ist wohl sicher Xenotim von Passo Lucendro (bzw. von dem alten Fundort, vgl. I, 5' (I). Epidot und Prehnit ohne genauere Fundortsangabe. Periklin?, Glimmer, Chlorit, Stilbit in Dodekaedern (?), Hämatit mit Rutil bedeckt, von dem obenerwähnten Vorkommen am Passo Lucendro. Anatas aus der Umgegend von Selva und Tschamutt [IIb, 3 (III)]. Rutil in Prismen, Sagenit, Sphen aus Chloritschiefer von Sorescia (vgl. 14) und von Val Maggia (wohl Fundort bei A. Erena oder A. Sovenda vgl. Lavizzari: L. Lav. 1). Der Sphen wird auch als „Pictit" bezeichnet.

20. Placid a. Spescha vgl. Lit. p. 20 und im folgenden.

## 3. Hauptverzeichnis.

### Abkürzungen.

gr. = groß. — kl. = klein. — sp. = spärlich. — ssp. = sehr spärlich. — Die Sukzession ist durch Zahlen in Klammern, z. B. (2), bezeichnet. — L. = Literatur (vgl. p. 17). — Sa. = Sammlung. — H = Habitus und die dabeistehende Zahl bezieht sich auf das folgende Verzeichnis.

Die Flächensymbole und Wahl der Parameter in folgendem Habitusverzeichnis[1]) folgt C. Hintze's Handbuch der Mineralogie, soweit es erschienen. Die Flächen, welche im wesentlichen den Kristall umgrenzen, sind von den klein ausgebildeten durch Strichpunkt getrennt. Ist eine Fläche besonders groß und für die Gestalt bestimmend, so ist sie fett gedruckt.

Der am häufigsten auftretende Habitus eines alpinen Kluftminerals ist auch fett gedruckt.

[1]) Wieder abgedruckt aus Abhandlungen der Bayer. Akad. d. Wiss. 28, Abh. 10, 1917, p. 5—7.

1. **Pyrit.** **H 1:** (100). H 2: (100) (111). H 3: (210). H 4: (210) (110). H 5: (210) (421). H 6: (210) (100). H 7: (100) (111) (210) (421). kl. < 5 mm, gr. > 2 cm.[1])

2. **Galenit.** **H 1:** (100). H 2: (100) (111). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

3. **Quarz.** **H 1:** (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1). H 2: (10$\bar{1}$0) (30$\bar{3}$1) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1); (10, 0, $\overline{10}$, 1). H 3: (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1); (51$\bar{6}$1) (11$\bar{2}$1). H 4: (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1); (11$\bar{2}$1) (51$\bar{6}$1) (31$\bar{4}$1). H 5: (10$\bar{1}$0) (40$\bar{4}$1) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1); (50$\bar{5}$3). |c| kl. < 5 mm, gr. < 10 cm. Wenn bei Quarz kein Habitus angegeben, so herrscht **H 1** vor.

4. **Rutil.** **H 1:** (110); (101) (100). H 2: (110) (101) (100) (111) [321]. |c| kl. < 2 mm, gr. |a| > 2 mm.

5. **Anatas.** **H 1:** (111). **H 2:** (111); (001). H 3: (111) terrassenförmig. H 4: (111) (001); (101) daneben häufig ganz klein (5, 1, 19). H 5: (112) (111); (225) (201). H 6: (111) (101) (001); (110); (301) (113). H 7: (111) (001) (113). |c| kl. < 2 mm, gr. > 5 mm.

6. **Brookit.** **H 1:** (100); (110) (122) (001). H 2: (100) (110) (021); (210) (010) (122) (001) (134) (104). H 3: (100); (110) (210) (104) (001) (102) (122) (322) [(021)] (112) mit Sanduhrzeichnung auf (100). H 4: (100); (110) (001) (021) (122). |c| kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

7. **Hämatit.** H 1: (0001) (10$\bar{1}$0) [22$\bar{1}$0]. H 2: (0001) (10$\bar{1}$1) (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$0); [22$\bar{4}$3]. H 3: (0001) (11$\bar{2}$0); (22$\bar{4}$3) [(10$\bar{1}$0)]. H 4: (0001) (10$\bar{1}$1); (22$\bar{4}$3) [01$\bar{1}$2]. H 5: (0001) (10$\bar{1}$1) (02$\bar{2}$1) (01$\bar{1}$2); (22$\bar{4}$3). |a| kl. < 5 mm, gr. > 1,5 cm.

8. **Ilmenit** (Crichtonit). **H 1:** (0001) [10$\bar{1}$1]. |a| gr. > 1 cm.

9. **Magnetit.** **H 1:** (111). kl. < 2 mm, gr. > 5 mm.

10. **Calcit.** H 1: (21$\bar{3}$1). **H 2:** (21$\bar{3}$1); (10$\bar{1}$1). H 3: (21$\bar{3}$1); (21$\bar{3}$4). **H 4:** (10$\bar{1}$1); (21$\bar{3}$1). H 5: (31$\bar{4}$5) (10$\bar{1}$1) (21$\bar{3}$1). **H 6:** (0001); (10$\bar{1}$0) (01$\bar{1}$2). H 7: (01$\bar{1}$2); (0001). **H 8:** (01$\bar{1}$2); (10$\bar{1}$0), häufig abgerundet. H 9: (01$\bar{1}$2) (21$\bar{3}$1). kl. < 5 mm, gr. > 2 cm.

11. **Dolomit.** **H 1:** (10$\bar{1}$1). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

12. **Siderit.** **H 1:** (10$\bar{1}$1). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

13. **Strontianit.** H 1: Nadeln ohne deutliche Flächen.

14. **Cerussit.** H 1: (010) (111)? stets sehr klein, unter 1 mm.

15. **Amphibol.** a) **Tremolit** **H 1:** (110); (010), stets länger als 5 mm; b) gewöhnliche **Hornblende** H 1: (110) (010); ($\bar{1}$11)? stets sehr schmal ⊥ zur c-Achse.

16. **Skapolith.** H 1: (110) (100).

17. **Orthoklas** (Adular). **H 1:** (110) (001) ($\bar{1}$01). H 2: (110) ($\bar{1}$01) (001); (010) (130) [($\bar{2}$03) ($\bar{1}$11)]. H 3: (110) (010) (001) ($\bar{1}$01); ($\bar{2}$01). H 4: (110) ($\bar{1}$01). kl. < 5 mm, gr. > 5 cm.

18. **Albit.** H 1 (Albit): (010) (001) (110) (1$\bar{1}$0); ($\bar{1}$01) [(130) (11$\bar{1}$)]. H 2: (010) (1$\bar{1}$0) (110) (001); ($\bar{1}$01) ($\overline{11}$1) ($\bar{1}$11) [$\bar{4}$03]. H 3: (010) (1$\bar{1}$0) (110) (1$\bar{3}$0) (130) ($\bar{1}$01) (001). H 4 (Periklin): (001) ($\bar{1}$01) (010) (110) (1$\bar{1}$0); (11$\bar{1}$) ($\bar{4}$03). H 5: Periklin-

---

[1]) kl. bedeutet, daß die Dimensionen des Kristalls als alpines Kluftmineral besonders klein, gr., daß sie besonders groß sind. Hierbei ist die Grenze für diese Größenbezeichnung in cm oder mm angegeben und, soweit nötig, die Richtung, nach welcher die Länge zu messen ist, durch die Achse in | |.

zwilling mit den Flächen von H 4. H 6: Albitzwilling von H 1. H 7: Albitdrilling. H 8: Periklinvierling mit Flächen von H 4. H 9: Karlsbader und Albitzwilling. H 10: Albitzwilling mit (010) $(\bar{1}01)$ (001); $(0\bar{2}1)$ $(1\bar{1}0)$ $(1\bar{3}0)$. H 11: Albitzwilling mit (010) $(\bar{1}01)$ (001).

19. **Turmalin.** H 1: $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$. H 2: $(11\bar{2}0)$ $(02\bar{2}1)$ $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}2)$; $(10\bar{1}1)$ (0001). H 3: $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}1)$; $(02\bar{2}1)$ $(01\bar{1}2)$ (0001). H 4: $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}1)$. kl. |c| < 5 mm, gr. | | > 2 cm.

20. **Granat.** H 1: (110). H 2: (211). H 3: (110); (211) [(321)]. kl. < 4 mm, gr. > 1 cm.

21. **Epidot.** H 1: (001) (100) $(\bar{1}01)$ (101) (110) $(\bar{2}01)$; $(\bar{1}11)$ [(011)] [(111)]. H 2: (001) $(\bar{1}01)$ $(\bar{2}01)$; $(\bar{3}02)$. H 3: (001) $(\bar{1}01)$ (100) (011) $[10\bar{2}]$. H 4: (001) $(10\bar{1})$ $(\bar{1}02)$; (100) (011) $(11\bar{1})$. H 5: (100) (001) (010) $(\bar{1}01)$; $(\bar{1}11)$ $(\bar{2}33)$. H 6: (001) (100) $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}11)$. H 7: (103) (001) (101) $(\bar{1}01)$ (100) (110); $(\bar{1}01)$ $(\bar{3}01)$.

22. **Axinit.** H 1: $(1\bar{1}1)$ (111) (001); (101) (112) (201). H 2: (001) (111) $(1\bar{1}1)$ (110) (111); (100) (101) (201). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

23. **Laumontit.** H 1: (110) $(\bar{2}01)$. kl. |c| < 4 mm, gr. |c| > 1 cm.

24. **Skolezit.** H 1: (110) (010) (111) $(\bar{1}11)$. H 2: Zwillinge nach (100); Flächen wie H 1. H 3: (110); (111) $(1\bar{1}1)$. kl. |c| < 4 mm, gr. |c| > 1 m.

25. **Faujasit.** H 1: (111). kl. < 2 mm, gr. > 4 mm.

26. **Apophyllit.** H 1: (001) (100) (111). H 2: (111) (100) (001). kl. < 2 mm, gr. > 1 cm.

27. **Heulandit.** H 1: (010) (201) $(\bar{2}01)$ (001); (110) $(\bar{1}11)$. H 2: (201) (010) $(\bar{2}01)$ (001); (110). H 3: $(\bar{2}01)$; (010) (110) (201) (001). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

28. **Chabasit.** H 1: $(10\bar{1}1)$. H. 2: Zwillinge nach $(10\bar{1}1)$. kl. < 2 mm, gr. > 5 mm.

29. **Desmin.** H 1: (010) (001) (110) Zwillinge nach (001). H 2: (010) (001); $(\bar{1}01)$ (110). |a| kl. < 1 mm, gr. > 3 mm.

30. **Chlorit.** Dies Mineral ist, wo nicht ausdrücklich anders erwähnt, Kluftausfüllung als feines Pulver aus kleinen pseudohexagonalen Kristallen, die zu wurmartigen oder kammartigen Gebilden und äußerst selten zu Kugeln zusammengewachsen sind.

31. **Muskovit.** H 1: (001); (441) (010). |⊥c| kl. < 3 mm, gr. > 7 mm.

32. **Margarit.** H 1: (001) hexagonal umgrenzt.

33. **Titanit** (Sphen). H 1: (102) $(\bar{1}12)$; (001) (100). H 2: Zwilling nach (101), Flächen wie H 1. H 3: (102) $(\bar{1}12)$; (100) (001) $(02\bar{1})$ (111) (110) $(\bar{1}21)$. H 4: (100) (102) (001) $(\bar{1}12)$. H 5: $(\bar{1}12)$ (102) (110); (111) (100) (001) (021) $[(\bar{1}32)$ (132)]. H 6: (021) (102) $(\bar{1}12)$; (110) (111) (100) (001). H 7: (100) (111) (001). H 8: (102) (021); (100) (001). |b| kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

34. **Apatit.** H 1: (0001) $(10\bar{1}0)$; $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$. |⊥c| kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

35. **Monazit** (Turnerit). H 1: (100) (101) (010); (011) (111). H 2: (100) (101) (010) (120); (011) (111). H 3: (100) (101) $(\bar{1}01)$ (011) (311); (110) (010) $(\bar{1}11)$ (111). H 4: (100) (011) $(\bar{3}11)$; (101) $(\bar{1}01)$. H 5: (100) $(\bar{1}01)$ $(\bar{3}11)$ (011); $(\bar{1}11)$ (110) (010) $(\bar{2}11)$.

**H 6**: (100) (101) (011) $(\bar{1}01)$; (010) (110) (210) $(\bar{3}11)$ $(\bar{1}11)$ (122) (012) $(\bar{1}21)$ (105). kl. < 2 mm, gr. > 7 mm. Aufstellung wie bei Dana, Lacroix.

36. **Anhydrit.** H 1: (010) (100) (001). |Tc| kl. < 1 mm, gr. > 2 mm.

37. **Wulfenit.** H 1: (111) (110); (001). kl. < 1 mm; gr. > 3 mm.

38. **Scheelit.** **H 1**: (101). kl. < 5 mm.

39. **Fluorit.** **H 1**: (111). H 2: (100). kl. < 3 mm, gr. > 1 cm.

h bei dem Fundort bedeutet hellbraunen, d = dunkelbraunen Rauchquarz. Wo weder h noch d steht, ist der Quarz farblos oder die Färbung an dem betreffenden Fundort mir nicht bekannt. In Granit und Syenit ist der Quarz um so stärker gefärbt, je höher der Fundort über dem Meere liegt. Bei etwa 2000 m wird dann die Farbe in Schichten von über 5 mm Dicke deutlich wahrnehmbar. In aplitischen, auch in manchen lamprophyrischen Ganggesteinen der Granite und Syenite ist die Färbung des Quarz der Mineralkluft viel schwächer als im umgebenden Tiefengestein. Die metamorphen und normalen Sedimentgesteine, auch die Sericitschiefer, führen keinen Rauchquarz. Auch in den basischen Tiefengesteinen zeigt der Quarz der Kluft meist keine merkliche Färbung. — Die meisten Quarzkristalle der Mineralklüfte sind Zwillinge nach dem Dauphineergesetz, was daher nicht weiter erwähnt wird. Die Flächen der beiden Individuen sind meist nicht genau parallel gelagert. — An den mit * bezeichneten Orten war der Verfasser selbst.

### Ia. Granite und Orthogneise.

**1. Quarz** (2), gr., H 1 $(11\bar{2}1)$. In II: große gewundene, nicht geeinte Kristalle. In I: Überwachsung eines Kristallkernes, der mit Chlorit überzogen war und größeres $(51\bar{6}1)$ hatte als die Hülle. Epidot, zum Teil vielleicht zweite Kristallisation, in die Quarzhülle auf dem Kern eingewachsen. — **Chlorit** (3), meist rotbraun und gelb. — Epidot (1—2), in I: dunkelgrün, lang nach b, kl. (Koe) (001) $(\bar{1}01)$ (100) [$(\bar{7}04)$ (104) $(\bar{1}02)$ $(\bar{8}07)$ $(\bar{7}03)$ $(\bar{3}04)$ (11, 0, 7)] Endflächen $(\bar{1}11)$. In II: (Koe) sp. (001) $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}02)$; (100) (011) $(11\bar{1})$. Adular (1), sehr klein und spärlich, H 1. I*. Göschenertal, nahe an Brücke von Riedmatt, Gewüst. **L**: Koe 1, p. 83. II*. Grimselstraße, Rätherichsboden, Sommerloch. **L**: Koe 1, p. 84. III*. Fellital, westlich nahe unter Pörtlilücke. — 5 [10] (vgl. p. 6). — Südseite* der Aiguille d'Argentières, Montblanc.

**1'. Quarz** (1); bei gr. Kristallen: H 1, bei kleineren H 3. In II: H 3 mit $(04\bar{4}1)$. In III: H 4 mit $(30\bar{3}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$ [$(50\bar{5}3)$ $(05\bar{5}3)$ $(05\bar{5}1)$ (10, 0, $\bar{11}$, 2)]. In XVIII: H 4 mit $(30\bar{3}1)$ [$(41\bar{5}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(50\bar{5}1)$ (0, 23, $\bar{23}$, 16)]. In XXI 3 u. 3': ssp. In XXI 4: H 1 mit $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$; $(30\bar{3}1)$ [(13, 0 $\bar{13}$, 3) $(08\bar{8}5)$ $(51\bar{6}1)$] und H 1 mit $(40\bar{4}1)$; $(30\bar{3}1)$ $(05\bar{5}3)$. In XXI 4': H 5 mit $(51\bar{6}1)$; [15, 0, $\bar{15}$, 4)]; $(50\bar{5}3)$ ist selten. In allen Fundorten von XXI die Prismenflächen rauh durch treppenförmigen Wechsel von $(10\bar{1}0)$ mit $(40\bar{4}1)$ bzw. $(04\bar{4}1)$, und der Kristall durch die steileren Rhomboeder zugespitzt. — **Chlorit** (4), dunkelgrün, seltener rotbraun (z. B. in XVIII, III) oder gelbbraun, fehlt nur in XXI. — Calcit (2—3), in dicken Tafeln (0001) $(10\bar{1}1)$, trüb weißgrau; in rhomboedrischen Massen weißgrau; selten in dünnen Tafeln nach (0001); in wechselnder Menge. In XXI 4': H 4. — Fluorit (2), häufig durch Chloritauflagerung und durch Erosion rauhe Flächen, meist rot, H 1, bisweilen Einschnitte von Calcit, der nachher entfernt ist. Oft auf Quarz, nie in Quarz, bisweilen in Calcit eingewachsen, schließt manchmal Chlorit ein. In XXI: rosa, H 1, blau, H 2. In XVIII: blaßgrün, H 1. In III: rot und blaugrün, H 1. —

In XVI: große Fluoritmengen, rosarot, H. 1 oder derb. — Adular (1), kl., ssp., H 4 mit kl. (001). — Apatit (1), klar, ssp., meist (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$1) (0001) (31$\bar{4}$1) usw. In XVIII: **(10$\bar{1}$0)** (0001) (10$\bar{1}$1) (10$\bar{1}$2) (20$\bar{2}$1) (11$\bar{2}$1) (12$\bar{3}$1) und **(0001)** (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$2) usw. flr. — Epidot (1), sehr klein und sehr spärlich. — Pyrit ssp. In XVIII: zum Teil gr. — In großen Höhlen etwas Galenit (2), H 1, häufig nur in einem Stück. — Die meisten Fundorte des Göschenertales gehören zu Typus 1'. I*. Sandbalm, westlich Kaltbrunnenkehli bei Wicki, Göschenertal, von H. B. de Saussure beschrieben. **L**: A. L. 6, 8. Koe 1, p. 75. Ia. Wassen, Urschlaui. **L**: A. L. 10 u. 8. II*. Mittlerer Feldschyr, h—d. **L**: Koe 1, p. 70. IIa. Etwa 400 m NO. vom Gipfel des Nünistock oder Mittagsstock der Karte, Göschenertal, h—d. IIb. Oberer Teil der NO.-Wand des vorderen Feldschyr, h. III*. Am unteren Ostende des Rotfirn (Schneestock). **IV**. Spitzberge P. 2936, d, mehrere alte Fundorte. **L**: A. L. 9, 10, meist am Gipfelgrat und auf der Seite des Urserentales. **V**. Winterstock, am vorderen Winterberg, nordwestlich von Im Loch, d. VI. Lochberg gegen Winterstock, d. VIa*. Lochstock und selten Bäzberg (Mutzberg ist die alte Bezeichnung), östliche Fortsetzung von IV (Spitzberg), alte Kristallhöhlen. A. L. 3. **VII***. Oberhalb Gewüst am Fuß des Nünistock, Göschenertal. **L**: Koe 1, p. 76. **Sa**: Zü 817. VIII*. Ris bei Göschenen. **L**: Koe 1, p. 76. IX. Galenstock, Ostseite, d. A. L. 5. X. Sonniger Wichel, Nordwand. Xa*. Mattenberg, in halber Höhe des Berges gegen Spiellaui. XI*. Oberalpstock, Südgipfel, d. XII. Bahneinschnitt bei Wassen. XIIa. Riederwald bei Gurtnellen(?). **XIII**. Nordseite, Vorderer Zinkenstock, h. **L**: Wi 1. **Sa**: Ber, Zü. XIV. Hinterer Thierberg, Triftgletscher. **Sa**: Ber. XV*. Schneehühnerstock, Nordgrat. XVI*. Bächistock, N. K. 2, h. XVII*. Etwas östlich unter Dammastockgipfel, h. **XVIII***. Nordseite des Unteraargletschers, unter dem Brunberg „im Bruch" in stark gepreßtem biotitreichen quarzarmen Granit, h. **L**: Stu—Wi 1. XIX. Gotthardtunnel, ohne Calcit: 27 m und 153 m vom Nordportal. Mit Calcit: 387 m, ferner bei 795 m vom Nordportal, dort auch etwas Titanit sp. und Pyrit sp. **L**: Sta (vgl. p. 8 u. 20). XX. Lägendgrat, Jägihörner, Baltschiedertal. **L**: Fe 1, p. 319 und Fe 2. **XXI***. Piz Frunt, Vals-Platz. **L**: Wi 16. Koe 6, p. 13 (3, 3', 4, 4'). **Sa**: Zü 483, Bud, NY, Mü. — 50 [200]. — Col des grands Moutets,* le rognon, Glacier d'Argentières, h. **Sa**: Lo. — Tournoir, d. **Sa**: Pa I. — Talèfre, d, von H. de Saussure aufgefunden **Sa**: Ge—Pa I. — Fluorit grün mit Muskovit: Böckstein bei Gastein.

[1'a. **Quarz** und **Chlorit** wie 1'. — **Fluorit** (2), blauviolett, zum Teil innen roter Kern, darauf mehr oder weniger dicke rotviolette, seltener grünliche Hülle; äußerste Schale farblos. In II: (Ke) (100) (111) (110) [(332), (311)], scheinbare Kreuzzwillinge. – Calcit (2—3), derb rhomboedrisch und (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$2); nach Gro 1: aus kleinen nach (0001) tafeligen Schuppen bestehend, mit kleineren Kristallen nach (01$\bar{1}$2) verwachsen. — Anatas (1), H 1; skl. dunkel. — Brookit (1), gelblich, dünn, skl. — Apatit (1) bei II: kl., sp. — Albit, kl., ssp. I*. Galenstock, Westseite, nö. von P. 2883, d. **L**: Koe 1, p. 74. **II**. Östlicher Bächlistock oder Juchlistock, mehrere Fundorte. Am ersten und zweiten (von Osten) Zacken des Grates südlich vom Bächligletscher, kleiner Bezirk mit mehreren Klüften; die neueren Fundorte etwa 1870 erschlossen („Galenstock", „Handeckfall"?, „Grimsel"). **L**: A. L. 16 u. 17. Wi 10 u. 11. Ke 1, p. 346. Fe 2, p. 385. Gro 1, p. 17 „Bächligletscher". **Sa**: Str, Ber, Mü, Ba, NY, B, Lo, Zü. — Abichlalp, Groß-Venediger, Wei 2.

**1''. Quarz** (1), gr. mit H 1 und kl. mit H 3 oder H 4; bisweilen z. B. in III auch

mit $(30\bar{3}1)$ $(50\bar{5}3)$ $(40\bar{4}1)$ [$(03\bar{3}1)$ $(28, 0, \overline{28}, 1)$]. Gewundener Quarz bei I, II, IIa, V, VI, IX, Xc. An allen gewundenen Kristallen ist $(51\bar{6}1)$ sehr groß, ferner ist meist auch $(31\bar{4}1)$ vorhanden. In VI sind die Kristalle fächerförmig angeordnet. An den Fundorten der gewundenen Kristalle ist auch an dem gewöhnlichen ausgebildeten Quarz fast stets $(51\bar{6}1)$ ziemlich groß. In VIa: H 1, klar, ganz farblos. In VIII: H 1 selten mit $(51\bar{6}1)$. In X: H 1 bisweilen zweispitzig mit unregelmäßig gekreuzten Achsen verwachsen. In XV: H 3 und einige gewundene Kristalle. In XIX: H 1 und H 3. In XIV: gr., $(10\bar{1}1)$ und $(01\bar{1}1)$ zeigen Rauheiten und Lücken durch Wachstumshindernis. In XXV: H 3. In XVI: H 1 mit $(40\bar{4}1)$ $(80\bar{8}5)$ $(0, 17, \overline{17}, 1)$ [$(5, 1, \bar{6}, 1)$ $(14, 0, \overline{14}, 3)$] häufig 11c auf der Stufe aufgewachsen. — Chlorit (2), grün, selten rot. In XIV: grünlichweiß, kleine Kristalle. In IVd: Hier angeblich einzelne Kugeln bis 2 cm Durchmesser, die manchmal aneinandergewachsen sind. Die skl. Chloritkristalle sind darin mit der Längsachse radial angeordnet. In XVI: fehlend. — Adular (1) und Apatit (1), beide sehr klein und spärlich, häufig fehlend. — Calcit meist ssp. oder fehlend. Häufiger nur in XX: derb; in XXI: H 1; in XXII: H 7; XXVI n. Gren: Typus 1: $(40\bar{4}3)$ $(53\bar{8}2)$; $(70\bar{7}1)$ $(0, 11, \overline{11}, 4)$ $(04\bar{4}3)$. Typus 2: $(21\bar{3}1)$ $(31\bar{4}2)$ und Typus 3 schlecht ausgebildet. I. Diedenberg bei Wassen, h. Ia. Urschlaui bei Wassen. **L**: Gro p. 55, A. L. 8. II*. Oberh. Brindlistaffel am Fuß des Nünistock, Göschenertal, h. IIa*. Südlich etwa 150 m unterhalb vom Gipfel des Nünistock, d. III*. Nordende des Alpligengletschers, d. **L**: Koe 1, p. 79. **IV***. Mehrere Klüfte, Lusenkehli, Riedboden, ob Göschenenen **Sa**: Zü WS. 7433 und IVa* oberes Ende des vorderen Teufeltals südlich der Farrengrube, 3 große alte Höhlen, farblos. **L**: A. L. 6 u. 8, „Schöllenen". IVa*. Alte Kristallhöhle am Nordostende des vorderen Zinkenstocks, 180 m über dem Gletscher am Bach, der von der Mitte des Stockes herunterkommt, farbloser Quarz. **L**: Wä 1, A. L. 5 u. 7. **Sa**: Ber. IVb*. v. Zinkenstock, in zwei Drittel Höhe des Berges über dem Gletscher, gerade unter dem Gipfel. Quarz, zum Teil Rauchquarz, dunkel mit Anflug von Amethystfärbung; an anderer Stelle der 15 m langen, 20 cm hohen Kluft ganz farblos. IVc*. Unter der Grimselstraße, 20 Minuten nördlich vom Hospiz an der „Spitallamm", mehrere alte Kristallhöhlen. **L**: A. L. 1 u. A. L. 5. IVd. Etwas oberhalb Grimselhospiz. V. Salbitschyr, Südseite, Steinkehle, h. VI*. Börtlialp gegen Mattenberg, Fellital, große alte Kristallhöhlen, farblos, h. VIa*. Sonniger Wichel gegen Etzlital, sehr klar, farblos. VII. Gerstenhorn gegen Rhonegletscher und oberhalb dem Rätherichsboden, mehrere Fundorte. **L**: A. L. 3. VIIa*. Westseite des Rhonegletschers an den Séracs. VIII. Witenalpstock gegen Val Strim. VIIIa*. Val Strim nordöstlich Calmot gegen Oberalpstock, Seite des Brunigletschers. IX*. Vorderer Krüzlistock oberhalb der alten Fundstelle, d. X*. Bächistockgipfel, Westseite, Fellital, d. Xa*. Südostseite des Wissen, 180 m unter Gipfel, Fellital. In der Nähe große alte Kristallhöhlen. Xb*. Fedenälpler unter Fedenlücke, d. Xc. Oberes Fellital, h. XI*. Meiggelenstockgipfel bei Wassen, h. XII. Rohrgrund gegen Meiggelenstock. XIII*. NW. vom Gipfel des Fedenstock, Fellital, h. XIV*. Puozes und Perdatsches, Ostwand des Crispalt, h. XV. Alp Gianduses nördlich Sedrun, d. XVa*. Östlicher Grat zwischen V. Clavaniev und V. Acletta, d. XVI*. P. Frunt, Vals-Platz, d. **L**: Koe 6, p. 13, 1. XVII*. Lücke vom V. Val gegen Fellital, Südseite, h—d. XVIII*. Unter 2890 zwischen Oberalpstock und Witenalpstock nördlich vom Grat am Gletscher. XIX*. Westlicher Gipfel des Brüchplankenstocks, an den Syenit angrenzend. XX*. V. Cristallina,

Lukmanier, 50 m sö. von der Alphütte (A. L. 2). XXI*. Mehrere große alte Kristallhöhlen am Mte. Garviel, V. Siarra, südlich von I. XXII*. Fedenälpler, P. 2970, Fellitalseite, in Höhe der Lücke zwischen Fedenäpler und Wissen, h. XXIII*. „Unter der Fluh", westlich unter Séracs des Rhonegletschers. XXIV*. P. Rotondo, Südabhang. XXV*. Alp Nova, Vals-Platz. Koe 6, p. 13 (2). XXVI. Lötschbergtunnel. L: Gren. XXVII. A. Piumogna L: Koe 2, p. 513.

1''a. **Quarz** (1—2) wie 1''. — **Adular** (1) in I: H 1 Zwillinge nach (021) und (001). In II: H 1 mit (010). In III: H 1. — Chlorit. I. Lücke zwischen Feldschyr und Vorgipfel des Nünistocks. II. Abfrutt, Göscheneralp. III*. Chichlé gegen hinteren Krüzlistock, h.

1'''. **Quarz** (1—2), H 1. — **Chlorit** (3), grün. — Pyrit (2), sp., H 1. I*. Standelstäffeli oder Stand zwischen Wassen und Göschenen. L: Wi 9 II. Roßkehle, Riental, Göschenen. III*. Westseite des Wissen, Fellital. IV. Holzbühl bei Murmetsbühl, Fellital. — 6 |10|.

2. **Quarz** (1), meist H 3. In I: H 3, dazu $(31\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(07\bar{7}1)$ $[(0, 17, \overline{17}, 1)]$. In II: H 4, seltener H 1, auch gewunden. In VII: H 3, viele ergänzte Bruchstücke, sehr langgestreckt. In IX: H 1 vorwiegend. In XII: H 1 und H 3, viele große ergänzte Bruchstücke. In XIV: H 1 mit $(51\bar{6}1)$. zum Teil auch gewunden. — **Zeolithe**: Heulandit (2), meist (201) (010) $(\bar{2}01)$ (001): (110); in XIII: $(\bar{2}01)$ (010) (110) (201) (001); fehlt in I, II, III, IV, V. — Laumontit (3), H 1, als einziger Zeolith in I, II, IV, V, sonst nur in IX. — Desmin (2) (010) (001) (110) $(\bar{1}01)$. Einzelne Kristalle von Desmin auf Bruchflächen des Quarz. — Skolezit (3), H 3 und H 1, vorwiegend in III, häufiger in IX auf Quarz, und in VI, sonst ssp. oder fehlend. — Chabasit (2), H 1, vorwiegend in VII, VIII, XIIa, sonst in VI, X, XI, XII, XIV. — Chlorit (3), sp., grün. — Calcit, reichlich nur in II und IV, zellig und tafelig nach (0001) und rhomboedrisch. Meist derb und tafelig. In IX: dünne Tafeln. — Apatit, häufiger nur in I; sonst ssp. oder fehlend. — Albit, in XII ssp., sonst fehlend. — Hämatit, kl., ssp. Fehlend in I—V. — Adular, ssp. oder fehlend. Häufiger nur in IX und XI. In IX: weiß, zum Teil groß, flach nach (001) mit H 1. — Galenit, nur in IX: H 1, selten H 2 mit (110), worauf Cerussit, Leadhillit und traubiger Wulfenit, alle ssp. und kl. — Epidot, ssp. oder fehlend. I*. Südseite des Plattenstocks am Gletscher, Göschenertal, mit reichlichem Apatit, h. II*. Vorderer Krüzlistock, (Funde der Gnoß) Schneekehle nahe unter Gipfel, d. Dort auch alte große Kristallhöhle. A. L. 10 und 17. Sa: Zü. III*. Mittlere Val Giuf unter dem Gletscher, h? Sa: By[1]). IV. Kehrtunnel bei Wattingen. V. Hinterer Feldschyr, h. VI*. Val Strims, Chichle, h. L: Koe 1, p. 90. VII*. Brüchplankenstock westlich von Giuflücke, h. VIII*. Westwand des Schattigen Wichel (N. K. II, 36), h. IX*. Vorderer Krüzlistock in Kehle neben 2, II. (Funde des Fedier), h—d. In Aplit. X*. Gämmertal, h. XI*. Etwas südlich Fort Stöckli an Militärstraße. XII*. Schattiger Wichel, am Fuß der Westwand. L: Koe 1, p. 89, und XIIa an der Wichelkehle. XIII*. Val Chironico am Weg nach A. Spuonda. L: Koe 2. XIV*. Schirstock, Nordgrat gegen Rientallücke. — 15 [20].

2'. **Quarz** (1), kl., grauweiß. — Desmin (3), weiß, als Kruste über Fluorit und Quarz. — Fluorit, grün (2), H 1. — Heulandit (3), H 1 (?) mit (021). — Laumontit. Adular (1), s. kl., sp. — Pyrit (sp.) — Chabasit (3), sp. I. Giebel- oder Gieblisbach-

[1]) By = Sammlung von Herrn Ed. Bally-Prior in Schönenwerd bei Aarau.

graben bei Viesch in Kontaktrandfazies des Granit. **L**: Wi 6, Ke, p. 303, 344. Fel 2, p. 380. Stu. Nach Studer ist das Muttergestein Rinde der Zentralmasse an grünem Schiefer. Gro 1, p. 17 „Viesch", wahrscheinlich dies Vorkommen, wobei Prehnit an Stelle der andern Zeolithe getreten, ferner Gro 1, p. 240. **Sa**: Str—Zü—Mü—Bud.

3. **Quarz** (1b), an sehr großen Kristallen, H 1; sonst H 3. In I: wenn klein, H 3 mit $(07\bar{7}5)$ $(0, 11, \overline{11}, 7)$ $(70\bar{7}5)$ $(11, 0, \overline{11}, 7?)$. In III: H 3 und $(31\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(03\bar{3}1)$ mit Eindrücken des Desmin auf dem Quarz. — **Chlorit** (5), in I: grün und rotbraun in der gleichen Höhle, aber getrennt an verschiedenen Stellen. — Calcit, derb (2b), in I: weiß, und durch Chlorit pulverbraun. — Fluorit (2a), H 1, in I: sp. hellrosa; (111) an den Kanten abgestumpft. In III auf Bleiglanz gr. In V: viele kleine farblose Kristalle auf Quarz. — Laumontit (4), H 1, in I. — Desmin (4), H 1 mit $(\bar{1}01)$, in II: in Einzelkristallen; in III: in Garben. — Heulandit, nur in IV: (201) (010) $(\bar{2}01)$ (001); (110). — Chabasit, nur in V: H 1. — Apophyllit, nur in VI: H 1 und H 2. — Galenit (3), H 1, selten H 2; groß, wenn Kluft groß. — Adular (1a), sp., kl. — Auf Galenit: in I—III: Cerussit (4). In I: Leadhillit (5). In I—V zum Teil ssp. — Wulfenit (4), H 1, mit seltenem (113). — Chalkopyrit (3), nur in I: **eine** Stufe. **I***. Große Kristallhöhle am Tiefengletscher, Furka, d. **Sa**: Ber—Zü—B—Mü—Ba—Bud—NY. L: Hi I, p. 1388. Lindt p. 180. A. L. 5. **II***. Unteres Ende der nördlich auslaufenden Wand des vorderen Feldschyr, Göschenertal, d. **L**: Koe 1, p. 63. **Sa**: Mü. III*. 50 m nördlich unterhalb des Nünistockgipfels (Mittagsstock), Göscheneralp, d. **L**: Koe 1, p. 73. Wi 14? **Sa**: Mü—Zü 6334, 6329 — By. IV. Schirstock in gleicher Höhe mit Rientallücke. V. Gotthardtunnel 820 m vom NP., 1150 m vom NP. **L**: Gr. 1, p. 235 u. p. 273. St. 1. S: Ba—Zü 5883, 5585. Str—Se — 5 [7].

3'. **Quarz** (1b); in I: H 4, $(03\bar{3}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(40\bar{4}1)$ häufig gewunden (vgl. G. Tschermak); dort wie meist wo gewundene Quarze auftreten, $(51\bar{6}1)$ groß; das eine Rhomboeder $(10\bar{1}0)$ viel größer als $(01\bar{1}1)$. In II: H 4 mit $(30\bar{3}1)$ $(03\bar{3}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$. In IV: H 4, in VI: H 1 mit $(51\bar{6}1)$. — **Chlorit** (3), meist grün; in VI: rotbraun, sp. — Apatit (1a—1b), in I (Koe): $(\mathbf{10\bar{1}0})$ (0001); $(10\bar{1}1)$ $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}1)$ $(21\bar{3}1)$ $(31\bar{2}1)$. In IV: reichlich tafelig (Koe) (**0001**); $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}2)$ $(20\bar{2}1)$ [$(31\bar{4}1)$]; auch tafelig nach (0001) mit $(21\bar{3}1)$. In II (Koe): (0001) $(10\bar{1}0)$; $(11\bar{2}1)$ $(21\bar{3}1)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$ $(31\bar{4}1)$; in V(?): (Bau) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ (0001) $(10\bar{1}2)$ $(11\bar{2}1)$ $(20\bar{2}1)$ $(21\bar{3}1)$; in VI: kl. tafelig nach (0001); in VII: $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}0)$ (0001) $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$ $(11\bar{2}1)$ $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}2)$ $(21\bar{3}1)$. — Calcit (2), derb, rhomboedrisch, sp. — Adular (1), sp., kl., schlecht ausgebildet, etwas größer bei II und III: H 1. — Sphen, ssp.; nur bei VI: häufiger fleischrot, kl., klar $(\bar{1}12)$ (102); (100); Fluorit, nur in VI: hellrosa. I*. 180 m nö. unterhalb des Gipfels vom Plattenstock (auch oft Plankenstock genannt), Göschenertal, Ende einer Schneekehle, h—d. **Sa**: Mü—Zü 1669 „Plankenstock", — Ba. **L**: Koe 1, p. 81. **II***. Sö. vom Plattenstock, Göschenertal, h. Die Kluft von II durchsetzt einen melanokraten Gang (Minette?). III*. In Nähe von I. IV*. Schöllenen an der Militärbaracke und Pulvermagazin, auch dort in unmittelbarer Nähe melanokrater Gang. **L**: Koe 1, p. 77. V. Brückenwaldboden, Schöllenen. **VI***. Großer Steinbruch am Anfang der Schöllenen bei Göschenen in aplitisch-pegmatitischer Fazies des Granits. **L**: Wi 17. — Zu V oder VI: **L**: Bau 6. VII. Oberh. St. Niklaus, Göschenertal. — 7 [10].

4. **Quarz** (1), H 1, seltener H 3. In II: H 3 mit $(31\bar{4}1)$. — Hämatit (2), H 1, dünntafelige Rosetten, sp., oft auf Quarz oder im Quarzband, auch in kleineren Seitenrissen um eine größere Kluft allein mit braunem Chlorit. — Fluorit (3), rot, H 1, reichlich derb. In II: farblos, H 1, gut kristallisiert. — Chlorit (4), grün und rotbraun. — Calcit, ssp., in I: derb im Band. — Adular (1), sp., kl., schlecht ausgebildet. — Albit (1), ssp., kl., als Fortsetzung der in Albit umgewandelten Gesteinsplagioklase. I*. Bächistock, Fellitalseite, N. K. II[1]) nahe bei 1 und in 5, h. **L**: Koe 1, p. 86. II*. Fedenstock (Federstock), unter dem Fedeneck, Fellital, d. **L**: Koe p. 87. — 3 [6].

4'. **Quarz** (1), H 1, selten $(51\bar{6}1)$; in III auch $(11\bar{2}1)$ $(31\bar{4}1)$; korrodiert in IIIa. — **Chlorit** (3), grün; in II: ssp.; in I überzieht er festgewachsen zum Teil den Quarz. — **Hämatit** (2), in hexagonalen ganz dünnen Blättern. In IIIa: ssp. In IV: feiner Überzug auf Quarz. — Albit (2), ssp.; nur bei II. I*. Haselgadenkehle nördlich von Göschenen, östlich vom Tschingel, „Riental oder Teufelstein". **L**: Koe 1, p. 88. **Sa**: Ba—Bud. II. St. Niklaus, Göschenertal. IIa. Rohrgrund bei Wassen und Viertälertal am Älpli und Dreitälerbach und Rüteli. III*. Fedenstock, Fellital, h. Mehrere Fundstellen, 150 m tiefer als Gipfel nach NW. IIIa: Südlich unter Val Vallücke, Nordende des Fedenstock. IV. Zwischen Lochberg und Alpligenlücke, h. — 10 |20|. Mitte der Aiguilledorée, Saleinaz bei Praz de Fort.

4''. **Quarz** (1), H 3—H 1. In Ia: H 1 mit $(51\bar{6}1)$ und stark gestreiftem $(0, 17, \overline{17}, 1)$, seltener H 3. In IIa: große gewundene halboffene Kristalle. — **Hämatit** (2), in dünnen Tafeln und Rosetten als Eisenglimmer, meist schlecht begrenzt, mit sehr stumpfen gerundeten Rhomboedern, welche die Randbegrenzung von (0001) zuschärfen, so daß $(10\bar{1}0)$ sehr schmal. In IIa: Etwas dickere Tafeln mit H 1. In II: H 1 mit $(11\bar{2}9)$ [$(11\bar{2}1)$]. — Adular (2), schlecht ausgebildet, sp., in Ia: H 4, oft in Parallelverwachsungen. — Fluorit, in Ia: grün, H 1, ssp. Sonst rot gefärbt, meist sehr selten. — Desmin (3), nur in Ia, Ib, Ic; in Ib und Ic mit Quarz zusammen vorwiegend, hellgelb; statt (110) häufiger $(\bar{1}01)$. — Chlorit (4), grün, meist sp. — Chabasit (3), nur in I, H 1, kl., sp. — Pyrit (2), sp., in Ia: H 1. — Calcit (2—3), sp., derb. — Epidot (1), ssp., kl., zum Teil im Quarz, in IIa: etwas größer. — Albit (1), ssp., H 6. Ia*. NO.-Wand des Bächistock, Fellital, N. K. 1. h. **L**: Koe 1, p. 86. **Sa**: Mü. Ib*. Etwa 50 m unter I, am untern Ende des Gletschers, in der Nordwand des Bächistocks am Bergschrund (N. K. 3). Ic*. Am Ostgrat des Bächistocks (N. K. 4). II*. Fedenstock, Nordwestseite, h. IIa*. Ebendort in halber Höhe des Berges, 50 m nördlich von der Syenitgrenze. III*. Obere V. Strim. — 6 |20|.

4'''. **Quarz** (2). In I: H 3 mit $(40\bar{4}1)$ [$(13, 0, \overline{13}, 3)$] $(35\bar{8}3)$. Der Quarz schließt Hohlräume ein, die früher von Anhydritnadeln (1) ausgefüllt waren mit (011) (100); (010) manchmal auch noch andere schmale Prismenflächen. — Hämatit (3), in hexagonalen Blättern. In I: (0001) $(10\bar{1}0)$; $(11\bar{2}8)$ $(11\bar{2}9)$ $(11\bar{2}, 10)$ $(22\bar{4}3)$ [$(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$ $(02\bar{2}1)$ $(70\bar{7}, 12)$]. — Chlorit (4), in I u. III: ssp., grün. — Adular, ssp., nur in I. — Apatit, ssp., nur in I. I*. Schlucht, 70 m über Urnerloch, 40 m nach Süden, bei Andermatt. **Sa**: By. II*. Südwestvorsprung des Diedenberg gegen Standelstäfeli in 2400 m über Meer.

4⁰. **Quarz**, Adular, Hämatit in Eisenrosen aus dünnen Blättern. — Apatit: (Bau) $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}1)$ (0001) $(10\bar{1}1)$ $(20\bar{2}1)$. — Phenakit: (Web) $(12\bar{3}2)$ $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}2)$;

[1]) N. K. bedeutet die Karten auf der Tafel, und zwar für Granit, Ia, die Skizze II.

$(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}3)$ $(21\bar{3}1)$ $(31\bar{4}2)$, usw. flr. — Sphen, ssp., kl., Sel 3. — Albit (Sel 3)? — Calcit (Gol). $(01\bar{1}2)$ mit Durchkreuzungszwillingen I. Südliche Seite des Lauinenbett, 1600 m, bei Reckingen, zwischen Müllerbine und Wiler, Wallis. Ob anstehend? Vielleicht aus Aplit des Aaregranit verwandt mit I, 16. **L**: Sel 3, Bau 2, Web 2, Gol 2, Gro 3 p. 14. **Sa**: Mü—Zü—Ber. Hi II, p. 41.

**5. Hämatit** (2—3), dünntafelig, meist zu Rosen angeordnet. Basis ohne trigonale Streifung. In IIa: auf Quarz, rauhe und matte Flächen. In IIb: (0001) $(11\bar{2}0)$; $(10\bar{1}0)$, Basis glänzend; (0001) $(11\bar{2}0)$ $(22\bar{4}3)$ oder (0001) $(10\bar{1}1)$ $(02\bar{2}1)$ oder (0001) $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$, alle Flächen glänzend. In IIc: matte Tafeln, parallel oder unter kleinem Winkel zu Rosen angeordnet: (0001) $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ gr. und (0001) mit schlechten $(02\bar{2}1)$ $(10\bar{1}1)$ mittelgr. In VI: bisweilen 2—3 verschiedene Flächenkombinationen an derselben Eisenrose; an den großen Tafeln (0001) $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(02\bar{2}1)$; $(40\bar{1}1)$. In VIII: kl. dicke Tafeln, seltener Rosen; H 3 (?), Flächen gekrümmt, auch auf Adular aufgewachsen. In IX: kl., schlecht ausgebildete, dicke Rosen. X: sgr., Basis glänzend (Koe) (0001) $(22\bar{4}3)$ $(11\bar{2}3)$; $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}5)$. In XI: in Quarz, und mit Muskovit auf Quarz. In XII: dünne Splitter oder kleine Tafeln im Quarz. In XIV: gr., dünn. In XV: (0001) $(11\bar{2}0)$ $(51\bar{6}1)$ vgl. auch Hes. 5 F.; Skalenoeder, das $(10\bar{1}0)$ nahe. Rutil sp. aufgewachsen. In XVI: flr. (0001) $(10\bar{1}0)$ $(22\bar{4}3)$; $(11\bar{2}6)$. — **Quarz** (2), H 1, seltener H 3; durch wiederholten Wechsel von $(30\bar{3}1)$ und $(04\bar{4}1)$ $(03\bar{3}1)$ mit $(10\bar{1}0)$ zugespitzt; dieser Habitus häufig an den meisten Fundorten des Gotthardmassiv bei 5, 5′, 6, 6⁰, 6′. In VIII: sp.; in IX: H 3; in X: Quarz, H 1, mit $(51\bar{6}1)$ und $(04\bar{4}1)$ $(40\bar{4}1)$. — **Adular** (1), H 2, oft mit kleinen $(\bar{2}01)$, meist ohne die seltenen Flächen [ ]. Die großen Zwillinge und Vierlinge vom St. Gotthard kommen zumeist von den Fundorten dieses Typus 5. In I: häufig in Parallelreihen längs a und b angeordnet. IIc: H 1, auch mit (010), das hier wie an andern Fundorten des Typus 5 stets matt ist und etwas Chlorit festhält, während (001) glänzend ist. In Reihen angeordnet; die einzelnen Kristalle aber nicht genau parallel; Zwillinge nach (021) häufig, dann lang nach $(\bar{1}01)$. In Richtung von a auf $(\bar{1}01)$ zeigen sich tiefere Risse || b. In V: große Zwillinge und Vierlinge nach (021) und (001); H 2 ohne die seltenen Flächen. In VIII: in Parallelreihen längs b, H 1 mit (010), auch H 2 zum Teil flr. In VIIIa: einfache Kristalle, H 2, Parallelreihen || a. In XII: H 3, kl., klar. In X: kl., klar. In XIII: große Zwillinge nach (021), auch Vierlinge. (010) und (130) sind rauh. Auf den nach oben liegenden Flächen der an der unteren Kluftseite angewachsenen Kristalle sind Muskovit und Hämatit aufgewachsen. Diese Bevorzugung einzelner Flächen ist wohl durch das Hinunterfallen der in der Lösung auskristallisierten, zuerst als kleine Blätter schwebenden Mineralien bedingt. — Albit (1), nur in V und IX: in beiden ssp., kl. In VII wiegt Albit über die andern Silikate vor, kl., klar, H 6. — Albit fehlt in I—IV, VI, VIII, X bis XVI. — Muskovit, in VI und III: sp.; in VIII, VIIIa, IX: auf Quarz oder Adular; in II: gr., grau, H 1; in XIII: reichlicher; in X: groß. Auf den Stufen der andern Klüfte zum Teil fehlend. — Desmin (3), in VI: weiß auf Hämatit; und in XV. Sonst fehlend. — Chabasit (3), in IIb und VIII: kl., gelb, H 1; in XV sp. Sonst fehlend. — Chlorit (3—4), in I: grün, sp. auf Adular; in VIII und VIIIa grün. In den andern Klüften ssp. oder fehlend. — Limonit bis Eisenoxyd und brauner Chlorit nur

in XII noch sichtbar. — Calcit, ssp. oder fehlend, derb, grau. — Anatas, nur in VIII: kl., gelbbraun, H 1. — Pyrit, ssp., nur in VIII und VIIIa, H 1. — Apatit, sp., nur in VIII (?). — Epidot, ssp. oder fehlend. I. und II, IIa*. Fibbia, Süd- und Ostseite, als „Sella", „St. Gotthard", bezeichnet, h. IIb*. Fibbia gegen Piccola Fibbia, h. IIc*. 2 m unter Anhydritort 8 (I), h. III*. Mte. Prosa am Prosapaß, h. IV. mit Apophyllit: Gotthardtunnel, 4640 und 4460 m vom S. P. L: Sta. V*. Fuß der Südwand des P. Lucendro, etwas unter 5' (II). VI*. Passo Lucendro, Kluft von 5' (I), h, farblos. VII*. S. Ö. von der Fibbia. VIII*. Unter dem Lucendrogletscher, nördlich von der Schlucht (2), h. VIIIa*. Felsen unter Lucendrogletscher, h. IX. Pusmeda?, h. X*. Mte. Prosa-Gipfel, südlich nahe unter dem Gipfel. XI*. Corandoni-Gipfel. XII*. Südwand der Fibbia von Passo Lucendro nach Fieudosee, 2401 m, h. XIII. Südwestlich nahe am Gipfel des P. Lucendro. XIV*. Passo Cavanna. XV*. Kleiner See südlich am Passo Lucendro. L: Hes. 5. Forts. XVI*. Südöstlich von Passo Lucendro nach Fieudo, etwa 20 m tiefer als der Paß. XVII. Binnental, Gletscher della Rossa, östlich Cervandone. — 20 [30].

5'. **Adular** (1—2), in I: H 1 mit (010) und H 2 ohne $(\bar{1}11)$. Oft klare Zwillinge nach (001) und gestreckt nach a-Achse; auf (001) Risse; häufig auch Vierlinge nach (021) bzw. (001), die sehr groß. In Ie: einfache weißliche und klare Kristalle, auch mit gedrehten Flächen, langgestreckt IIa; auf (001) Risse. In II: klar, H 3, in Parallelreihen, auch große Kristalle, lang nach a, auf (010) und (130) grüner Chlorit und kl. Hämatit. In III: H 2, flr., wobei $(\bar{2}03)$ groß; mit $(\bar{2}01)$ $(\bar{1}02)$ $(\bar{8}07)$ [$(\overline{10}, 1, 9?)$]; selten Zwillinge nach (021).

**Quarz** (2), häufig zugespitzt wie 5; in Ic u. e: dunkel, klar, gr. (Koe) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(03\bar{3}1)$. In Ic: sehr lange, helle Rauchquarze, wobei das Längenverhältnis c : a = 7 : 1, mit damaszierten Rhomboederflächen, häufig abgebrochen und zweispitzig ergänzt; auf der ergänzten Spitze Desmin. H 1 und H 3 stets mit $(30\bar{3}1)$ $(40\bar{4}1)$ In III: zum Teil korrodiert, klar. — **Hämatit** (2—3), in I: meist gr. und s. gr. (Koe) (0001) $(11\bar{2}0)$; $(10\bar{1}0)$, bisweilen mit sehr stumpfem gestreiften Skalenoeder (1, 7, $\bar{8}$, 32) oder (nach Calderon bei Gro 1, p. 77) H 3 mit $(62\bar{4}7)$; oft in einer Eisenrose diese beiden Ausbildungen vereinigt, wobei die Kristalle der letzteren (H 3 mit $62\bar{4}7$) etwas vorspringen. In einigen Teilen von I sind unregelmäßig auf Hämatit aufgewachsen kleine dünne rotgelbe Rutilnadeln, ebenso ssp. in III und IV (4). Die Flächen des mit Rutil verwachsenen Hämatit sind meist matt und gekrümmt. Der Hämatit ist in I in den Klüften am größten, wo Rutil fehlt. Er ist auf und mit Adular und auf Quarz (in Ic) und auf Gestein auskristallisiert. Der Hämatit in I ist bisweilen zerbrochen und wieder ergänzt. In III: glatte, glänzende, ebene Flächen, kl., H 3, als Eisenrosen. In II: (0001) $(11\bar{2}0)$ [$(10\bar{1}0)$], meist glänzende Basis, mit Xenotim assoziiert. — Rutil, in I: rotgelbe, dünne, breite Nadeln auf Hämatit oder zum Teil sagenitartig verwachsen auf Adular. In II: ssp. In III: fehlend. — Chlorit (6), ssp., in I: grün, auf Hämatit. — Muskovit (4), H 1, sp., in II: sp., auf Adular. — Xenotim (4), äußerst selten, auf Hämatit (bei Id und II) und auf Adular (in I?) aufgewachsen. Bei I und II: (Kl.) und (Koe): **(110)** (111); (311). In II zum Teil gr., Sphen, bei IV und III: s. kl., kaum meßbar, sp., hellgelbbraun. Fehlt in I und II. — Desmin (5), ssp., kl., auf Eisenglanz in Klüften von I, so in a, b, c (und d oder e), weißlichgelb, verwittert, häufig auf Quarz. In III: sp., weiß,

an Quarz. — Albit, ssp., kl. I*. Ostseite des Passo Lucendro gegen Fibbia, am Gotthard, auch als „Gotthard", „Andermatt", „Fibbia", „Lucendro", „Pioraalp", „Pomonetto am Fieudo" usw. bezeichnet. Großes verzweigtes Kluftsystem, seit etwa 1810 ausgebeutet, von G. vom Rath besucht. L: Ra. 1, p. 379 Anm. Ein melanokrates Ganggestein durchsetzt quer die mittleren 3 von den 8 übereinanderliegenden Klüften. Der Granit ist zum Teil völlig zersetzt und umkristallisiert. Die zwei untersten Klüfte a und b führen fast nur Hämatit ohne oder mit ssp. Rutil mit sp. Adular und etwas Desmin; die dritte, c: Hämatit, Desmin, Adular, klaren Rauchquarz und Muskovit; die vierte, d: Hämatit mit Rutil, viel Adular, Xenotim; Sa: Ba; die fünfte größte, e: Rauchquarz, matten Hämatit mit Rutil, Adular, Muskovit; Sa: Zü Po 803; die sechste, f: Hämatit; die siebente, g: glänzenden Hämatit mit Adular; Sa: Zü 7107 (?); die achte, h: 10 m höher; etwas Anhydrit in einigen Quarzkristallen, Desmin, Hämatit klein. L für I: A. L. 16 u. 17; Ra 1, p. 413 Anm.; Gro 1, p. 77; Wi 19 u. 20; Kl 2; La 1 „Zirkon", p. 254; Ra 1, p. 379 Anm. (Dr. Krantz) „Zirkon". Sa: Zü—Sel—Bud—NY—Ba. II*. Am Fuß der Südwand des Pizzo Lucendro in 2640 m, h. Sa: Zü 7115 von hier oder von 5 (V). III*. Am Südostgrat des P. Lucendro nahe am Gipfel, h bis d. L: Wi 14? Sa: Zü. IV. Gotthardtunnel, 4820 m vom S. P. und IVa 4780 vom S. P. V. Kriegalptalgletscher, Binnental. — 5 [8].

5'a. **Hämatit** (0001) $(10\bar{1}0)$ $(51\bar{6}1)$. — **Adular**, H 2. — Muskovit, H 1. — Hessenbergit (Bertrandit) nach Hessenberg F. 6 (001) (100) (010) (110) (310) (910) $(\bar{3}01)$ $(\bar{5}04)$ $(\bar{1}01)$ (101) (012) $(\bar{3}15)$; nach Grünling als Bertrandit rhombisch (001) (010) (100) (110); (130) (190) (031) (054) (011) (102) (135) verzwillingt nach (011). Näherer Fundort unbekannt, nur eine Stelle. Vielleicht eine Kluft von 5. Jedenfalls von Fibbia, Lucendro oder Prosa. L: Ke 6; Hes. 6; Grün.

5''. **Quarz** (2), H 1, in II: H 3. — **Hämatit** (2), glänzend in I: (0001) $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}0)$. Durch abwechselnd stärkere Ausbildung von $(10\bar{1}0)$ und $(11\bar{2}0)$ entstehen rechteckig begrenzte Tafeln, deren senkrechte Kanten durch $(11\bar{2}0)$ bzw. $(10\bar{1}0)$ abgeschnitten sind. In II: einzelne mittelgroße, gut ausgebildete Tafeln aneinandergefügt (Koe): (0001) $(22\bar{4}3)$; $(10\bar{1}1)$ [$(11\bar{2}0)$ $(01\bar{1}2)$ $(42\bar{6}5)$]. In III: sp., H 1 und in Rosetten. — **Albit** (1), kl., H 1 und H 6, klar; fehlt in III, IIIa, IIIb. — Adular (1—2), kl., in I: schlecht ausgebildet, meist in Reihen. In II: H 3, kl., klar, auch auf Hämatit aufgewachsen. Fehlt in III, IIIa, IIIb. — Sphen (2), nur in I: groß, gelbbraun, (111) (110) (021); $(\bar{1}21)$, ferner klein, hellgelb, klar und tafelig nach (102), dunkelfleischrot. — Calcit (3), sp., in I: derb, klar, in Lücken zwischen Sphenkristallen. In II (?): (Wi) $(10\bar{1}1)$ und $(21\bar{3}1)$; auch (Koe) H 9, klein. In III, IIIa, IIIb fehlend. — Rutil, sp. (2—3), nur in I, III, IIIa. In I: als Nadeln auf Basis des Eisenglanz und etwas darüber hinausragend, keine regelmäßige Verwachsung. In I auch sehr selten in Quarz. In III und IIIa: In sehr kleinen Säulen auf Quarz. — [Xenotim, falls hier gefunden (Sel 3), wohl in II? Ferner in IIIb.] — Muskovit, nur in I: sp., kl., braun, H 1. — Siderit (?) zu Limonit umgewandelt, nur in II: H 1 mit (0001) mit viel Limonit. — Apatit (1—2), nur in II. Nach (Wi), ssp., kl. In I: eine zweite Mineralassoziation auf einem Teile der Kluft durchsetzenden aplitischen Gang. — Epidot bis Klinozoisit, in Büscheln von feinen Nadeln, die farblos bis schwach gelbgrün sind, nur in I. I*. Ostseite des Plankenstock, nördlicher Ausläufer des Platten-

stock, Göscheneralp, nördliche unterste Kehle, 1 Stunde von Staffel Alpligen in einer mylonitischen serizitreichen Granitzone (?), die einen schmalen, etwa O—W streichenden Streifen mitten im normalen Aaregranit bildet. **II***. Tobel am See bei Wildmatt, Unteralptal, **L**: Sel 3, „Tavetsch", ist vielleicht auf dies Vorkommen zu beziehen, da sonst Albit mit Eisenglanz zusammen kaum im Tavetsch vorkommen. Wi 13. **Sa**: Zü 7212 (?); in Glimmerschiefer, der wohl ein stark mylonitisierter Sellagneiskeil im Maigelsgneis ist. Ein ebenfalls mylonitisierter Pegmatit wird auch von der Kluft durchsetzt. III*. Vernock, Vals-Platz und IIIa A. Padonatsch, Vals-Platz. **L**: Koe 6, p. 14 (10). IIIb. A. Padonatsch? **L**: Koe 6, p. 14 (12).

6. **Adular** (1), meist H 1 u. H 2, in III: H 2, gr.; in V: H 3; in X: sp. — **Quarz** (2), meist H 1, zugespitzt durch $(40\bar{4}1)$ $(0, 4, \bar{4}, 1)$ $(30\bar{3}1)$ mit $(51\bar{6}1)$. In I: sp. In II: $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ [$(50\bar{5}1)$ $(03\bar{3}1)$ $(05\bar{5}3)$ $(51\bar{6}1)$], bisweilen mit damaszierten Rhomboederflächen, lang nach c. In V: zum Teil mit Chlorit überzogen. In III: $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ [$(50\bar{5}3)$ $(04\bar{4}1)$ $(51\bar{6}1)$]. — Muskovit (3), H 1, auf den Quarz aufgewachsen. In VI: schön ausgebildet, H 1. — Chlorit (4), gelb, grün, zum Teil sp., oft als braungelber Ton, als Füllmasse der Kluft. — Apatit (2), in I: bisweilen schwach lila gefärbt, gr., Farbe nicht lichtbeständig, zum Teil H 1. In II (Koe): sp., (0001) $(10\bar{1}1)$; $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$; $(11\bar{2}0)$ $(11\bar{2}1)$ usw.; oder (Koe): $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$; $(10\bar{2}1)$ $(21\bar{3}1)$ $(20\bar{2}1)$ [$(11\bar{2}0)$ $(31\bar{4}1)$], wobei $(21\bar{3}1)$ auch holoedrisch (nach Ke u. Kl). In IV: $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}1)$ (0001); $(11\bar{2}0)$ $(31\bar{4}1)$. In IX: durch Chlorit im Wachstum gehindert (0001) $(10\bar{1}0)$; $(10\bar{1}2)$ $(11\bar{2}1)$ $(11\bar{2}0)$. In VI: kl., reichlich. In XI: $(10\bar{1}0)$ (0001); $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}1)$ $(10\bar{1}2)$. — Calcit (3), sp., bei V: H 7 und H 4. — Albit (1), ssp., weiß, reichlicher nur in III und I mit H 4. In II: als kleiner weißer Albit und Periklin. — Pyrit, ssp., in VII, X, XI. — Desmin (4), ssp., nur in II. — Epidot (1), ssp., in II. — Rutil, nur in X: sp., als Nadeln. — Hämatit nur in X, XI. **I***. Banchi della Fibbia, h—d. Klüfte durchsetzen häufig melanokrate Gänge (metamorphe Kersantite). **Sa**: Zü 1926 (?). **II***. Poncione della Fibbia, 50 m nördlich vom Gipfel auf Terrasse, d. **L**: Ke 1, p. 358. Kl 2 (?). Wi 18. Ra 1, p. 426 Anm. **Sa**: Zü, WS. 7355. **III***. Valletta (Riale) della Fibbia am Gotthard, h. **Sa**: Zü, WS. 633? Ber. IV*. Piccola Fibbia. V* (3) und VI*. (oberer Fundort) beide am unteren Ende des Lucendrogletscher. **VII***. Forno dei Camossi, etwas ob dem Militärweg am Gotthardhospiz vor etwa 50—80 Jahren ausgebeutet. VIII*. Casa della ganna, oberhalb Lucendrosee. IX*. Fuß der Südwand des Prosa gegen Sellasee, d. — X. Gotthardtunnel, 5360 m vom S. P. und Gotthardtunnel, 4741 m vom S. P. und XI*. Glockentürmli, Blauberg. — 15 [20]. — Mittleres Floitental, Pockachalp, mit etwas Calcit. Alter Baumgarten und Baumgartenklamm (Ga p. 34), Floitental, Zillertal. — Gletscherende des Untersulzbachtal, Groß-Venediger.

6°. **Adular** (1), in I: **(110)** $(\bar{1}01)$ (010). In II: **(110)** $(\bar{1}01)$ (010); (001). — **Apatit** (1—2), in II: mit blaulichweißem Lichtschein klar und trüb. Der Habitus variiert stark. (Wi) (0001) $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{3}1)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$ $(11\bar{2}0)$ $(11\bar{2}1)$. — (Koe) (0001) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}0)$ $(11\bar{2}0)$ $(11\bar{2}1)$ $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}2)$; $(12\bar{3}1)$ $(13\bar{4}1)$ $(13\bar{4}2)$. — (Koe) (0001) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}1)$; $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}2)$ [$(10\bar{1}4)$ (?)] und $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$ (0001) $(11\bar{2}1)$ $(11\bar{2}2)$ $(11\bar{2}0)$ $(21\bar{3}1)$. In I (Koe): $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}1)$ $(21\bar{3}1)$ (0001) $(11\bar{2}1)$ $(11\bar{2}0)$ $(20\bar{2}1)$. — **Quarz** (2), H 1, mit

(04$\bar{4}$1) (40$\bar{4}$1) (60$\bar{6}$1) zugespitzt. — Muskovit, meist auf Quarz, klein, H 1, fehlt in IV. — Anatas (3), H 1, in III: H 2, Flächen gerundet, flr., gr., gelbgrau. In I: H 1 und H 2, kl. In II: ssp. — Pyrit, sp., kl., verwittert. — Ilmenit (1), ssp. — Albit, nur in IV, ssp., kl. — Limonit (4), als Füllmasse, sp. — Desmin (4), ssp., nur in II? nach Wi 12. — Laumontit (4), sp., nur in einer Kluft von I? **I***. In der Val Prevot bei Sellasee mehrere Fundorte. **L**: Wi 7? und 23? **Sa**: Zü und anderwärts häufig. **II***. Sellasee am Gotthard durch Eisenoxyd, braun gefärbte Stufen; unterhalb des großen Quarzbandes kleine Risse und Klüfte mit der hier beschriebenen Assoziation. A. L. 12 und 17. **L**: Sp. 1 „$A^P$ $A^d$“ u. Sp. 2, p. 308; Ke 1, p. 359; Wi 12; Gro 1, p. 177. **Sa**: in fast allen Sammlungen. III*. A Platta, V. Cornera. IV*. Bei Miniera Corandoni, V. Cadlimo, mehrere alte Fundorte. **Sa**: Zü V. S. 799 (?). — 7 [10]. — Chlorit statt Muskovit, dazu Rutil ssp., Molybdänglanz ssp., Arsenikkies ssp., Calcit ssp. Gotthardtunnel 3955 vom S. P.

6a. **Adular** (1), in I: H 1 mit (100), meist Vierlinge nach (001) u. (021), seltener Zwillinge nach (001) und (021). Es sind (110) (001) ($\bar{1}$01) stark gestreift. In II: H 1, Zwillinge nach (021). In I und II ist der Adular häufig mit feinem grünen Chlorit überzogen. In Ia: kl. In IIIa: H 2, auf (021) (010) (130) mit feinem Chlorit überzogen, Zwillinge nach (001) und (021). In VI: sp., H 4. — **Apatit** (2—3), zum Teil H I. In I, II, III: schwach violett, bisweilen groß, meist (0001) (10$\bar{1}$2) (10$\bar{1}$0); (11$\bar{2}$1) (10$\bar{1}$1) (11$\bar{2}$0). In I: (0001) (10$\bar{1}$1) (20$\bar{2}$1); (11$\bar{2}$1) (11$\bar{2}$2) [(1010)]. In Ia: (0001) (10$\bar{1}$1) (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$1) (31$\bar{4}$1); (21$\bar{3}$1) (21$\bar{3}$2) [(20$\bar{2}$1)]. In II: schwach rosa: (10$\bar{1}$0) (0001) (10$\bar{1}$1); (11$\bar{2}$1) (12$\bar{3}$1). In IIIa(?) (Bu): (10$\bar{1}$1) (0001) (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$0); (11$\bar{2}$1) (20$\bar{2}$1) (31$\bar{4}$1) (21$\bar{3}$2) (31$\bar{4}$2) |10$\bar{1}$2|. In VI: klar, kl., rundlich. — Quarz (2), sp. (bisweilen fehlend?). In I und II: H 1 mit mattem (51$\bar{6}$1), bisweilen (50$\bar{5}$1) (30$\bar{3}$1) (40$\bar{4}$1), h. In VI: H 1 mit (51$\bar{6}$1). In IIIa? (Bu): H 4, ferner [(40$\bar{5}$1) (50$\bar{5}$3) (30$\bar{3}$1) (40$\bar{4}$1) (07$\bar{7}$2) (07$\bar{7}$1) (0, 11, $\overline{11}$, 1)]. — Chlorit, in VI: gelbgrün. In IIIa: rot. Sonst hellgrün, grün. — Desmin (4), nur in II. — Siderit, nur in Ia: verwittert. — Prehnit, nur in einem Fundort von II, klar (001) (010) (100) [(110)]. — Calcit (3), sp., in I und II gerundet. In IIIa: in kleinen Tafeln nach (0001). In Ia: papierdünn (0001). — Albit (1), nur in I und II: sp. oder fehlend. — Laumontit (4—5), nur in Ia: kl., weiß, auf Calcit. — Rutil, nur in Ia: ssp., kurze schwarze Nadeln. **I*** und **II**. Mehrere Fundorte im mittleren Teil des Großtal und des Haustal, Urserental bei Zumdorf, auch als „Furka“, „Galenstock“, „Realp“, „Hospental“ bezeichnet, Übergang zu 7 (IV). **L**: Wi 9 und 13. Viol. 1. Dür 3. **Sa**: Zü 6097? 2553? 3389?, Mü „Furka“, Str. Ia*. Einer der untersten Fundorte. IIIa*. Rhonegletscher, an der Furkastraße am chalet der Gletschergrotte (Bu 1 violetter Apatit von Gletsch, wahrscheinlich von hier, ebenso der Quarz), und etwas unterhalb ein zweiter Fundort. IIIb*. Auf der Westseite des Rhonegletschers, dicht am Gletscherende „im unteren Saas“, h. IV*. Oberhalb Drun von Sedrun. V*. Puntanera gegen Bocchetta di Cadlimo. A. L. 14? VI*. Oberster Teil des Druns bei Sedrun, h. — 10 [27]. — Weidach, Habachtal, Salzburg. — Kesselalpe, Habachtal. — Rauris-Vorkommen im Gneis analog I. **Sa**: Wi I.

6a′ wie 6a mit Prehnit; Adular, H 1. Quarz, H 1, gr. Epidot in Garben. I. Großtal bei Zumdorf. **Sa**: Sel.

6b. **Adular** (1), gr., auch in Reihen || a. Vierlinge n. (021) und (001), zum Teil gr. Oder mit Chlorit überzogen, klar, H 1, auch mit (010); kl., H 4. — **Calcit** (4), in dicken Tafeln nach (0001) mit $(21\bar{3}1)$; $(21\bar{3}1)$, ist mit Chlorit überzogen. Auch rhomboedrische Massen, oder feinblättrig und perlmutterglänzend. — **Quarz** (2), in wechselnder Menge, H 1, selten mit $(51\bar{6}1)$ das lückenhaft „geätzt". Matte, steilere Rhomboeder selten. — **Fluorit** (4), rosa, H 1, zum Teil sehr groß; auch farblos auf Calcittafeln. Mit rauhen oder glänzenden Flächen, zuweilen Chlorit einschließend. — **Apatit** (3), schwach violett, klar, gr. $(10\bar{1}1)$ (0001) $(12\bar{3}2)$; $(10\bar{1}0)$ oder (0001) $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$; $(12\bar{3}2)$, zum Teil sehr groß mit und auf Quarz und Adular. — Chlorit (4), hellgrün reichlich. — Pyrit, sp., H 1. — Albit (1), ssp. — Laumontit, selten kl., weiß, auf Calcit. I*. Fort am Bühl bei Andermatt. Sa: Zü. Der Bau des Fort an der Reußecke hat bei den Sprengungen nahe der Reuß viele schöne Stufen geliefert, die aber, da eigentlich dem Bund gehörig, mit anderer Fundortsbezeichnung verkauft wurden. Die Kombination Adular, rosa Fluorit, Apatit ist für sie charakteristisch und kehrt anderwärts selten wieder. Mehrfach wurden Stufen aus Tirol, nur mit Adular und Apatit, für solche vom Fort Bühl ausgegeben. II. Gotthardtunnel, 2050 m vom NP., dort auch noch etwas Eisenglanz mit aufgewachsenem Rutil.

6'. **Adular** (1), H 1 — H 2 mit (010) oder H 2, meist klar. In V sehr groß, weiß, stark korrodiert, einfach, H 1, lang nach c. In II: gr. In III: H 2, kl., einfach und größere herzförmige Berührungszwillinge nach (021). In IV: sp. In VI: lang nach a, H 2, bisweilen (010) sehr groß. In VIII: sehr groß, zum Teil trüb wie der Quarz, stark korrodiert, H 2, auch Zw. — **Quarz** (2), H 1 oft mit $(40\bar{4}1)$. In II: sp.(?). In V: weiß, zum Teil im Wachstum gehindert, „korrodiert". In IV: vorwiegend. In IX: kl. In VIII: H 1, an der Oberfläche weißlich, gelbgrüner Chlorit auf- und eingewachsen, kleine Quarzkristalle unregelmäßig auf den großen aufgewachsen; Rhomboeder z. T. gefasert, sehr lang nach c. Verwitterter Ankerit oder Siderit (?), in I: s. groß. — Muskovit (2—3), in I: gr., H 1, auf Quarz. In III: ssp. In VIII: sp. — Calcit (3), nur in IV sp. — Apatit (1—2), nur in IV und III: kl., schlecht ausgebildet. — Chabasit (4), nur in IV: kl., als Kruste auf Quarz, H 1. — Desmin (4), nur in VI: als Kruste den Adular umhüllend in großen weißen Garben und auf Adular in kl. einzelnen Kristallen. — Pyrit (2—3), sp. In V: H 1, gekrümmte Flächen. In VIII: kl., auf Quarz u. Adular, H 6. — Braune lehmige Erde (wasserhaltiges Aluminiumsilikat und Limonit?) in V. — Sphen, nur in VIII: skl. I*. Taneda, Hang nach V. Cadlimo, große alte Mineralklüfte. Sa: Sel. II*. V. Cristallina der Karte (richtig V. Crozlina) westlich vom Passo Naret; östlich vom Bach die alten Kristallhöhlen. Koe 2, p. 512. III*. Ywerberhörner. IV*. Unter dem Lucendrogletscher. V*. Von Passo Lucendro gegen Fieudoalp und Va. in der Nähe von V. VI*. Nordwestlich von Passo Lucendro unter dem Gletscher nahe am Talboden. VIII*. Pusmeda, sw. und sö. von Militärbaracke. Gneiseinlagerung (Soresciagneis) im basischen Aufschmelzungsgestein. Sa: By. IX*. Westlich Puntanera im Übergang von Gneis zu basischem Aufschmelzungsgestein. X. Mit Calcit, Sphen sp., Anatas sp., Rutil ssp., Turnerit ssp. Gotthardtunnel, 5081 m vom S. P. — 15 [20].

6''. **Adular** (1), gr., in Ia: sehr groß, Zwillinge und Drillinge meist nach (021), klar, gelblich und farblos, oft allseitig ausgebildet. In II: gr., H 2, einfach, sehr lang nach c, ziemlich klar, häufig in ausgedehnten Parallelreihen. In IIa: H 2 mit $(\bar{1}02)$, Zwillinge

nach (021). In IV: H 4, in langen Reihen, kl., schlecht ausgebildete Kristalle nach a-Achse aneinandergereiht, sowie H 1 und Vierlinge nach (001). — **Quarz** (2), in Ia: sgr., im ganzen dem Vorkommen von P. Frunt (Ia, 1' (XXI)) gleichend, klar, zum Teil || c auf Stufe liegend, H 1 mit $(51\bar{6}1)$; $(30\bar{3}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$ $(03\bar{3}1)$ [$(11, 0, \overline{11}, 2)$ $(0, 14, \overline{14}, 3)$ $(0, 13, \overline{13}, 3)$]. In II: $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(30\bar{3}1)$ $(51\bar{6}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(31\bar{4}1)$ [$(11\bar{2}1)$ $(07\bar{7}5)$], lang nach c, z. T. gr. In IV: H 1, zuweilen mit $(51\bar{6}1)$. In I (Koe): H 1 mit $(51\bar{6}1)$; $(11\bar{2}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(04\bar{4}1)$ $(06\bar{6}1)$ $(0, 17, \overline{17}, 1)$. — Chlorit (4), sp., in IIa: gelbgrün; fehlt in IV. — Limonit als gelber Lehm, nur in II und I auf Quarz. — Anatas (3), ssp., in II: sp., kl., H 1. In Ia: ssp., H 1, kl. — Pyrit, sp. — Desmin, nur in V. — Turmalin, nur in Ia: ssp., in kl. braunen Nadeln. — Ilmenit (?), ssp., in I und Ia. I*. La Bianca am Lukmanier, 30 m südlich vom Gipfel, an Scopischiefer grenzend, h. Ia*. nördlich unter Gipfel am Bergschrund. Sa: Zü. Ib. Vallatsch-Garviel. Schneekehle auf Seite von V. Casaccia; schwer und selten zugänglicher Fundort größter Adulare. II*. Zwischen Piz Blas und P. Tanelin, Nordseite von P. 2959, Corneragletscher, h. IIa*. etwas höher als II. III*. Valleggia, an Gotthardpaßhöhe, h. IV*. Ruinas Bostg bei Mompetavetsch. V*. Oberster Teil des Drun Bugnei bei Sedrun. — 8 [15].

7. **Adular** (1), meist klar, gr., in I: H 1, häufig Parallelreihen längs a; (Ra 4): H 2 ohne $(\bar{2}03)$; seltener H 4; sehr häufig Drillinge und Vierlinge nach (021), deren Flächen teilweise von grünem Chlorit überzogen sind. In I': die andern Mineralien überwiegend. In III: H 1, einfach und Berührungszwillinge nach (021) mit H 2. In IV: H 3, mit großen (010) Zwillingen nach (021); selten H 4, einfach. In V: H 4, klar, einfach. In II: H 1, meist einfach, selten verzwillingt. — **Albit** (1), weiß, gr. In I, Ia, Ib: meist Periklin mit H 5 und H 8 oder weniger häufig: (Ra) H 8 mit $(\bar{2}01)$ $(\bar{2}21)$ $(\bar{4}43)$, auch Zwillinge nach Periklin- und Albitgesetz. Selten als Albit ausgebildet. Bisweilen auf Adular aufgewachsen oder mit Adular verwachsen, so daß Kante [110] und Fläche (001) gemeinschaftlich (vgl. auch Viola). In II oder IIa: Ra 4, p. 429 oder Hi 1, I p. 1459; in Chlorit liegend, freie weiße dünne Tafeln, große Doppelzwillinge nach dem Periklingesetz und nach dem Manebachergesetz (001), H 1 mit $(\bar{4}03)$ ohne (130); ferner mit Adular verwachsen ähnlich ausgebildet wie die freien; seltener auf den Stufen mit Rauchquarz; häufig sehr groß. Bisweilen auch Stufen nur mit Periklinzwillingen. In II oder IIa: nach C. Viola 2 auch Durchkreuzungsvierlinge, die man nach C. Viola auch als Achtlinge auffassen kann, wobei zwei Vierlinge nach Scopigesetz [Zwillingsachse ⊥ zur Achse des Periklingesetz und parallel (001)]. In IIa: schöne große Periklinkristalle ähnlich wie II. In II und IIa: (001) und $(10\bar{1})$ bisweilen korrodiert, skelettartig; die Ursache ist wohl Wachstumshindernis durch Chloritsand. In III: kl. weißer Periklin. In IV: kl. weißer Periklin, H 5, sp. In V: Albit, Zwillinge, kl., weiß, schlecht ausgebildet; auch Periklin; beide zum Teil auf Adular aufgewachsen. — **Quarz** (2), in II: sp. In I (Ra 4): zum Teil korrodiert, H 4, dazu $(32\bar{5}3)$ $(11, 12, \overline{23}, 11)$ $(50\bar{5}3)$ $(40\bar{4}1)$ $(41\bar{5}1)$ [$(20\bar{2}1)$ $(60\bar{6}5)$ $(30\bar{3}1)$ $(07\bar{7}2)$ $(27\bar{9}9)$ $(21\bar{3}3)$]. In II: große Rauchquarze. In V: H 2 mit $(04\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$. In IIa: große, zum Teil zerbrochene, teilweise regenerierte Kristalle, zum Teil auch „korrodiert“, wobei kleine Adulare (2—3) in die Lücken eingewachsen sind. — Apatit (2), klar, gr. Bisweilen einige Pyramiden meist aber nur $(10\bar{1}2)$ matt. In I und Ia (Ra 4): (0001) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}2)$

$(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}1)$ $(12\bar{3}1)$ $(13\bar{4}1)$ $(11\bar{2}0)$ $(20\bar{2}1)$ [(1230)]. Oder (Koe) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ (0001); $(11\bar{2}1)$ $(11\bar{2}0)$, variierend; jede der Flächen vor dem Strichpunkt kann besonders stark ausgebildet sein. Bisweilen in Tafeln (0001) $(10\bar{1}0)$ terrassenförmig aufgebaut. In II u. III: sp. In IV: zum Teil angeätzt, kugelig (Koe) (0001) $(10\bar{1}1)$ $(20\bar{2}1)$; $(11\bar{2}1)$ $(11\bar{2}2)$ $(10\bar{1}0)$. — Chlorit (4), grün, in IV: sp. — Calcit (3), sp., derb, und in dicken Tafeln nach (0001), mit dünnen Tafeln in Zwillingsstellung nach $(01\bar{1}2)$. Ferner braun als Ausfüllung in I. — Mitunter (z. B. in I?) ineinandergeschachtelte Tafeln. — Sphen, ssp., in I (Ra 4): $(\bar{1}02)$ (100) (001) (111) (110); $(\bar{1}12)$ [(221)]. — Desmin, nur in Ia: stellenweise in kleinen Einzelkristallen H 1, farblos und gelblich. — Epidot-Klinozoisit, ssp. bei Ia, IV und IIa ($\beta$ u. $\gamma$). In Ia und IIa ($\beta$), in kurzen gebogenen zerfaserten graubraunen Stengeln. In IIa ($\gamma$) in Nadeln. In Ib: sehr kleine Nadeln von Klinozoisit in kleinen Hohlräumen des zersetzten Gesteines. — Pyrit, nur in III: H 1, kl., sp. — Prehnit, nur in V: ssp., H 1, kleine Rosetten. — Laumontit, nur in IIa ($\beta$), skl., weiß, verwittert, an einzelnen Stellen der Kluft. **I***. Westwand, P. Vallatsch am Gletscher („Scopi"), große Kristallhöhle, h. Zu I u. Ia **L**: Ra 4; Hes. F. 8?; Wi 1. **Sa**: Zü—Mü—Ba—Bud—B. I'. Kluft, etwa 20 m unterhalb I, nahe am Schnee des Gletschers. Ia*. Viele Klüfte in stark zersetzter Gesteinsmasse in der Westwand des P. Vallatsch, nahe an und unter der Moräne des Gletschers, 100 m bis 200 m nordwestlich von I. Ib*. Kleine Klüfte südöstlich nahe von I. **II***. Piz Miez zwischen Scopi und Vallatsch, Ostgrat gegen V. Casaccia; hier sehr weitgehende Trennung der Mineralien (vgl. p. 10), h—d. **L**: II oder IIa: Ra 4. Gro 3, p. 15. Vi 2. **Sa**: Dr. Engelmann, Bas. Rauchquarz. Mü. IIa*. Piz Miez, Nordwestwände, 50 m höher als Vallatschlücke und 200 m südlich, 3 Fundstellen dicht nebeneinander ($\alpha$, $\beta$, $\gamma$). III. Südseite, Passo Lucendro, h. IV*. Großtal, mittlerer Teil (Block von Lawine herabgebracht), und Haustal bei Zumdorf. V*. Val del Riv in V. Fortunei, gegen Mt. Prosa, h. VI. Strahlige Stöcke gegen Cavadirasgletscher. — 8 [15].

7a. **Quarz** (1 b). In IIIa: H 1 mit $(11\bar{2}1)$ $(07\bar{7}2)$ $(50\bar{5}3)$ $(3, 7, \overline{10}, 3)$. — **Albit** (1), H 6. In IIIa: s. klein, klar. — **Adular** (1), klar. In IIIa: mit Korrosionsrissen || c auf (010) und mit korrodierter Basisfläche. — Muskovit (2), nur in II: vorwiegend. — Mesitin oder Ankerit (1), nur in II: sp. — Pyrit, in II: sp. — Apatit, nur in II: sp. I*. Valletta della Fibbia (Seitenbach des R. della Valletta der Karte) am kleinen See, 2113 m, h. Ia*. Unter dem Poncione della Fibbia bei 6 (II). II*. Lago scuro, V. Cadlimo und Bocca. III*. Puntanera gegen V. Cadlimo. IIIa*. W. unter Poncioni neri in der Nähe des ehemaligen Sees. — 10 [15]. — Östlich vom Ende des Untersulzbachkeeses, Groß-Venediger.

7'a und 7'b wie 7, dazu die Bormineralien Danburit oder Axinit. — 7'a. Adular (1). In I: H 4, zum Teil kl., meist einfach, selten Zwillinge, Drillinge, Vierlinge nach (021). In II: H 1, meist kl. — Quarz (1a), in I: H 1, auch mit $(51\bar{6}1)$, zum Teil korrodiert, selten Epidot einschließend. — Periklin, nur in I: sp., kl. — Apatit wie in 7'. — Sphen, nur in I: hellgelb, skl., ssp. — Chlorit (2—3), hellgrün. In I: Die oben aufgezählten Mineralien auf der einen Wand der schmalen, aber sehr weit reichenden Kluft, auf der andern Rauchquarzband und Rauchquarz. Zwischen dem letzteren und der zuerst erwähnten Wand, große Masse von Chlorit, losen Danburit- und Epidotkristallen. Nach Seligmann ist die Reihenfolge: Zuerst Danburit; dann Chlorit und Danburit, der Chlorit

einschließt; dann wieder Danburit; schließlich das Ganze umhüllend Chlorit. — **Danburit** (2). In I: Selten sind Verwachsungen von Danburitkristallen miteinander, die aber nicht einem bestimmten Zwillingsgesetz entsprechen. Farblos, hell weingelb (3), (Hi 3) (120) (100) (142) (121); (110) (021) und (120) (140) (100) (010) (142) (101) (121); (041) mit vielen von Schuster (**L**: Schu.) studierten Vizinalflächen. Nach Kenngott auch Zwillinge nach (111). Danburit schließt bisweilen Epidot ein, ist sehr selten auf Quarz aufgewachsen. In II (Gold): (100) (120) (142); (110) (010) (101) (121) (5, 12, 0)? auf Quarz und Adular. — **Epidot** (1a—2), nur in I: hellbraungrün, (Koe) (100) (001) ($\bar{1}$02) ($\bar{3}$04) [(805) (11, 0, 5)]. **I***. Westwand des Piz Vallatsch, 30 m über Vallatschgletscher, etwa 150 m südlich von der 7, I erwähnten großen Kluft, h. **L**: Sel 3. Schu. Hi 3. **Sa**: In allen größeren Sammlungen die losen Danburite. Besonders schöne Stücke der Masse in Sa. Dr. Engelmann, Basel. **II**. Lampertschalp gegen P. Casanell, Vals-Platz. **L**: Gol 1. Koe 6, p. 13 (5).

7'b. **Adular** (1), H 1 u. H 4, häufig nach (021) verzwillingt, Zwillinge und Drillinge, selten Vierlinge. In V: H 1 u. H 4. — **Albit** (1), als Periklin, H 5. In V: ssp. — **Quarz** (1b—2), H 1, bisweilen korrodiert, h. — **Apatit** (1b) wie bei 7, I. — **Axinit** (3), in I: violett, im Gestein kristallisiert; in der Umgebung der großen Kluft bis 3 cm dicke Adern mit schönen Kristallen auf den Grenzflächen gegen das Gestein. Auch in Krusten auf den obigen Mineralien in einzelnen Teilen der großen Kluft. In III: In einzelnen Kristallen meist grün, weil mit Chlorit erfüllt; dann nur (1$\bar{1}$1) (111) (001), besonders große Axinite, allseitig ausgebildet, Parallelverwachsungen häufig. In I (Ra): (001) (1$\bar{1}$1) (111) (101) (201); (100) (110) (11$\bar{1}$) ($\bar{3}$11) und (A. Schm.) (1$\bar{1}$1) (001) (201) (111) (101); (1$\bar{1}$0) (3$\bar{1}$0) (100) (11$\bar{1}$) (110) (112). Einige flächenarme Kristalle über 3 cm groß. In II: H 1, wobei die Flächen hinter dem Strichpunkt häufig ganz oder teilweise fehlen, meist nur (111) (1$\bar{1}$1) (001); (101) [(201)] auf Adularzwillingen und Vierlingen und zwar am häufigsten auf (110) aufgewachsen, violett. **Sa**: Zü PV. 710. In IV rötlich-violett (Hes.): H 2, dazu (11$\bar{1}$) (3$\bar{1}$0) (0$\bar{2}$1) (1$\bar{1}$0). In V: violett, sp. In VI: fast farblos. — Calcit (3), sp., derb und als Tafel nach (0001). — **Chlorit** (3—4), hellgrün, in II: als feines gelbweißes Pulver aus kleinen wurmförmigen Kristallen. — Epidot, ssp., in V. — Sphen, nur in V: sp., gelb, schlecht ausgebildet: (100) (001) (101). — Muskovit, nur in V: ssp., Sphen, Muskovit und Chlorit zusammen und gesondert von den andern Mineralien, bei denen Chlorit spärlicher. Alle Orte in einer Südost-Nordwest verlaufenden, etwa 200 m breiten, langgezogenen „Schliere" des Granits an der Westwand des Piz Vallatsch, „Scopi", „Medels"; Quarz hellbraun, farblos. **L**: Hes. F. 4; Ra 7; A. Schm.; Lar 2; Wi 1 und 8; Ke 1, p. 73 u. 118; Sel 3; Wan. **I***. In dem oberen Teile der Kluft 7 (I) die obenerwähnten Mineralien und Adern, die nur aus Axinit bestehen. Stufen von hier in allen größeren Sammlungen. II*. 5—10 m über I, mehrere Löcher. III*. Etwa 60 m unter I. **L**: Wi 9, „Mte. Prosa". IV*. Valletta, kl. Felsschlucht vom Vallatschgletscher bis zum Südgrat des Vallatsch reichend. Kluft in einer Felsbank auf der Nordseite der Valletta an ihrem unteren Ende. **L**: Hes. 5, p. 27. V*. Am oberen Ende der Valletta dicht unter dem Grat. VI. Am jetzigen oberen Ende des Casacciagletscher (wenige Stufen).

8. **Quarz** (3), gr., H 4, sehr flr. (Koe): H 4 und (40$\bar{4}$1) (0$\bar{4}$41) [(41$\bar{5}$1) (13, 0, $\overline{13}$, 3) (50$\bar{5}$3) (30$\bar{3}$1) (0$\bar{7}$72) (0$\bar{6}$61) (3, 7, $\overline{10}$, 3) (50$\bar{5}$1)], oder auch H 4 mit (0$\bar{2}$21) [(0, 15, $\overline{15}$, 9) (0$\bar{7}$73). — **Anhydrit** (1), gr., sehr große bis 1 cm breite, über 10 cm lange Hohlnadeln in

den großen Quarzkristallen. Bisweilen treppenförmig begrenzte Nadeln. Meist nur (100) (001); (010); sehr selten von Adular eingeschlossen. — **Adular** (2), gr., einfach, klar, lang nach c; H 2, flr.; doch manchmal (130) auch (001) fehlend; zum Teil in Quarz eingewachsen, Zwillinge nach (021), flach nach ($\bar{1}$01); auch in Parallelreihen und flach nach (001). — Hämatit (3), ssp., in dünnen Blättern auf Adularzwillingen. — Muskovit (5), H 1. — Albit, ssp. — Chlorit (3—4), dunkelgrün, sp. — Calcit (3), sp. — Desmin (4), gelbweiß, als Neubildung in einzelnen Hohlnadeln, die also zur Zeit der Zeolithbildung schon ausgelangt waren, und auf abgebrochenem Quarz. I*. Fibbia, Südostseite. Quarz, h—d; die Spitze stärker gefärbt. (Unterhalb vielleicht Fundstelle des Hessenbergit, vgl. 5'a?)

9. **Amethyst** (1), gr., H 1, in I: Mit und neben Rauchquarz als Amethyst und Szepterquarz. Der Amethyst zeigt auf (10$\bar{1}$1) und (01$\bar{1}$1) Anwachs- und Fließfiguren. — Chlorit (2), ssp. oder fehlend. — Limonit (2) und verwitterter Siderit oder Ankerit in I und II. — Sphen, ssp., kl., nur in I. — Adular, nur in II: sp., kl., H 1, verzwillingt und H 4. — Rutil als Sagenit, nur in II: ssp. — Heulandit, nur in III: kl., sp. I*. Amethystkehli am Zinkenstock („Siedelnhorn") durchsetzt einen gepreßten, metamorphen, melanokraten Gang im Granit. L: Koe 1, p. 92; A. L. 5. Sa: Ber. II*. Bauns, V. Strim, N. K. 4. Sa: By. III. Am Gälmiengrat, Bieligertal, Ober-Wallis, am unteren Westende einer von P. 3241 zum Bieligergletscher nach Westen sich senkenden Felsenrippe. Seit 1873. L: R. v. Fel; Gro 1, p. 97; Fel 1, p. 319. Sa: Ber. — 3 [5?]. — Aiguille d'Amethyste, Tournoir, Argentière b. Chamounix. — Saurüssel, Schwarzensteinkees, Zillertal.

10. **Quarz** (2), einzelne dünne Nadeln von Rutil einschließend. — Rutil (1), hellgelb, in III: sp., nur in Quarz. In I: hellrot, reichlich; frei und im Quarz als dickere Nadeln; auch im Quarzband eingeschlossen. — Mesitin (?), verwittert, in I. — Chlorit (2), grün, in I: dunkel. — Calcit, nur in III: H 1, kl. I*. Bruderegg, Riental bei Göschenen. III*. Südöstlich von Gletsch, unter Furkastraße. Von „auf dem Turm" (P. 1995) 100 m nach Westen, 100 m tiefer. IV*. Am Wissen, Fellitalseite.

11. **Albit** (1), kl., schlecht ausgebildet. — Quarz (2), H 2. In I: H 2, Tessinerhabitus[1]). — Sphen (2), kl., nur in I und II. In I: hellbraun. — Prehnit (4), in I: weißgrüne, halbkugelige Aggregate. Fehlt in II. — Chlorit, dunkelgrün (3), in I: kugelige Aggregate. — Laumontit, nur in III. I*. Alp Crozlina bei Piumogna. L: Koe 2. II*. Cambleo, Peccia. III*. Südseite des V. Fortunei, nordwestlich von Mte. Prosa, in dioritisch-aplitischer Randfazies des Gotthardgranits. — 10 [30].

11'. **Albit** (1), H 3. — **Muskovit** (3), H 1, in III: kl. — Quarz, sp. — Sphen (2), fleischrot, nur in I und III. — Apatit, nur in III: sp., kl., klar. — Calcit, ssp. oder fehlend. — Chlorit (4). I*. Baracken am Gotthardhospiz, h. II. Banchi della Fibbia, h. III*. An der Nordseite des Glockentürmli (Greno di Prosa). Sa: Zü V. S. 1178. — Mit Zeolithen, Desmin, Heulandit, Skolezit, Prehnit, Laumontit: Sonntagsfeld und Melker Schroffen, Floiten, Zillertal. — Chabasit, Apophyllit: Weißeneck, Groß-Venediger.

11''. **Albit** (1), als Periklin, flr., in II: kl. Periklinzwillinge. — **Apatit** (2), in I (Koe):

[1]) Die Quarzkristalle des Tessinerhabitus sind charakterisiert durch das Auftreten steiler Rhomboeder (30$\bar{3}$1) oder (50$\bar{5}$3) usw. und durch das Alternieren der steilen Rhomboeder mit dem Prisma, wodurch eine Zuspitzung des prismatischen Teiles des Kristalls zustande kommt. Den Tessinerhabitus zeigt der Quarz sehr häufig in Klüften des Ortho- und Paragneis des Tessinermassivs, selten im südl. Gotthard-

$(0001)$ $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$; $(11\bar{2}1)$ $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}0)$. — Quarz (2), H 1. — Siderit (?) (2), $(10\bar{1}2)$, in Limonit umgewandelt. — Adular, nur in II: sp., kl. I*. V. Cadlimo, Pizzo del uomo. II*. Südlich u. westl. P. Vecchio am Grat, Cornera. III. Oberer Teil von V. Canaria. L: v. Fr. 1, p. 58. — Schwarzenstein, Zillertal.

12. **Quarz** (1 b), in I: H 1. In III: H 2, Tessinerhabitus (vgl. p. 45). In II: H 1 und H 3. In IIa: H 1, selten H 3. In IV: zum Teil korrodiert, zum Teil gewunden. — Sphen (1 b—2), kl., in IIa: (Koe) $(\bar{1}12)$ (102); [(001)], rotbraun. In IV, II, III, V fehlend. In I: H 7, hellgelb. — Epidot (1 a—1 b), kleine grüne Nadeln; fehlt in II und IIa. In IV: skl., gelbgrüne Nadeln. In V: (001) (100) Reihen || b. — Adular (1), sp., fehlt in IV, V. In II: H 1—H 3. In IIa: kl., H 4, in Reihen || b. — Calcit (1 b—2), sp., in II: reichlich, klar, korrodiert, abgerundet, H 2?; Tafeln nach (0001); $(21\bar{3}1)$. In IV: H 2?, abgerundet, fehlt in III, V. — Apatit, ssp., fehlt in II und III, V. In IV: kl. — Chlorit (3), in III: dunkelgrün. In I, V, II: sp. — Fluorit, nur bei V: derb und H 1, rosa. I*. Garviel, V. Cristallina, Lukmanier, aplitisch-dioritische Randfazies des Granit. II*. Am Felszahn nördlich der Lücke 2843 am P. Ault, V. Strim, südlich von P. 3097 in aplitisch-dioritischer Randfazies des Aaregranit, h, farblos. IIa*. Etwas tiefer, nahe bei II, h. III*. A. Sovenda bei Peccia. Koe 2. IV*. Fedenstock, Westseite, etwa 300 m nach Westen vom Gipfel, aplitisch-dioritische Fazies des Aaregranits. V. Alp Leiß bei Vals-Platz. L: Koe 6, p. 13 (6).

13. **Adular** (1), H 1, weiß. In I: gr., weiß und kl., klar. In IV: kl., n. (001) Zwillinge und Vierlinge. — **Quarz** (2), H 2, Tessinerhabitus (vgl. p. 45); in IV: H 1. — Sphen (3), in I: Bu 2 $(\bar{1}12)$ (102) $(0\bar{1}0)$; (001) (100) [$(\bar{1}32)$ (111) (132) (274)], rotbraun. In III: hellgelb (Koe) $(10\bar{2})$ (001); (110) $(10\bar{1})$ (011), Zwillinge nach (001); bei IV: (Koe) (102) (112) (021), gelbbraun. — Calcit (0001) $(10\bar{1}1)$, dünne grauweiße Tafeln. — Prehnit (4). In I: in Halbkugeln, hellgrün, selten (100) und (010) sichtbar. In II: kugelig und H 1. — (?) Fluorit, nur in I: nach Lav.; Wi 4; St 1; Ke 1, p. 349; rosa, auch klar, farblos, sp. (332) (111) (100) und H 1. — (?) Anatas, nach Lav., nur in I: H 1, sp. — Epidot, nur in IV: sp., dunkelgrün, undeutlich begrenzte Aggregate. — Muskovit (4), nur bei III: kl., schlecht begrenzt. — Chlorit (4—5), dunkelgrün. — Pyrit, nur in I: auf Prehnit nach Wiser und Kenngott: (100) (210). — Desmin, nach Lav., in I: sp. — Albit (1), nur bei IV: ssp. I*. A. Erena, Peccia, V. Maggia, mehrere Orte. L: Lav.; Bu 2; Koe 2; Wi 13; Wi 2; Wi 4; Vo 1, p. 206 und die oben unter Fluorit angegebene Litt., falls der Fluorit wirklich hier gefunden wurde. II. Lago di Froda? und A. Masnaro?, beide bei Peccia. L: Lav.; Wi 2 zu I oder II. III*. Poncione di Braga, V. Bavona. L: Koe 2. IV*. Grat östlich Pizzo Forno. L: Koe 2.

14. **Quarz** (1 b), in I: H 1—H 3, Tessinerhabitus (vgl. p. 45). — Adular (1 a), in I: H 3 statt $(\bar{2}01)$: (130). — Albit, nur in II. — Turmalin (1 b), in dünnen schwarzen Nadeln. — Muskovit (2), in I: H 1. — Apatit (1 b), nur in I: sp. — Titanit, nur in II. — Desmin, nur bei II. I*. Campo la Torba, Forné. L: Koe 2, p. 512. II. Piatto auf A. Ceresa, V. Maggia. L: La 1. H. Preiswerk, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Lief. 26, II, p. 63, 1918. III*. NO. vom Cherbadung, Binnental.

15. **Quarz** (1), H 1, seltener H 2. — Hämatit (1), sp., H 1. — Turmalin (1), blau, in II (Koe): $(10\bar{1}0)$ (0001); $(11\bar{2}0)$. In I zu Büscheln vereinigt. I*. Östl. bei Cuolma,

Etzlital, nordwestlich von Witenalp, etwa 1500 m über Meer. II. Oberh. Wiler—Gurtnellen, am Fellihorn, etwa 1200 m über Meer. I und II auf Granitaplit.

16. **Quarz** (1). — **Beryll** (1) ($10\bar{1}0$) (0001) ($11\bar{2}0$) ($10\bar{1}1$), blau. I*. Lampertschalp, Vals-Platz, und **II**. Piz Frunt. **L** für I und II: Koe 6, p. 13 (7) auf mylonitisiertem Granitaplit, h. **Sa**: By.

17. In Arkosen: **Quarz**, H 1. In IV: lange Nadeln. — Pyrit, nur bei IV. I*. Fridolinshütte, Tödi. II*. Östliches Wendenjoch. III*. Im Poudingue de Valorsine, viele kleine Klüfte.

### IIa. Sedimentgneise.

Quarz stets farblos.

1. **Albit** (1a), als Periklin, weiß, H 5, in I: neben Periklin stellenweise kl. klare Albitzwillinge. — Quarz (1b), H 1, in I: stellenweise auch H 3. In II: ssp., fehlend. — Sphen (1a—1b), hellgelb; H 1; in II: zum Teil groß, dünntafelig nach (102). In III: fehlend (?). — Calcit (2), sp., derb, zum Teil in kl. Tafeln nach (0001). — Chlorit (3), klein, graugrün, wurmartig, vorzugsweise auf Quarz. In II: ssp. — Rutil, ssp. In I: frei in langen dünnen roten Nadeln. — Hämatit?, in vereinzelten Blättern im Quarz, ssp. I*. Unteralp, Westseite des Badus, in der Nähe der Lolenalp; mehrere Fundorte. **L**: v. Fr. 1, p. 35. II*. Am Grat, NO. vom Muttenhorn; mehrere Fundorte. III. Gotthardtunnel, 4845 m vom NP. — 6 [30].

1a. **Albit** (1), als Periklin, weißgelblich, H 5. — **Quarz** (1b), H 1. — Adular (1a), H 2, schlecht ausgebildet, parallel verwachsen, trüb, zum Teil von Chlorit überzogen. — Chlorit, dunkelgrün, sp. I*. Maigelsseen, Siarra. — 1 [3].

2. **Quarz** (1a). — **Calcit** (2), zum Teil tafelig nach (0001). — **Sphen** (1b), rötlich. I*. Schniderplatz im Riederwald bei Amsteg, wahrscheinlich in aplitischem Ausläufer der Tieflauitaldiorite.

3. **Quarz** (1). — **Bleiglanz** (2), H 1, derb, darauf Wulfenit (3), kl., ssp. I*. Bei „i" von Fellitobel, Fellital, in den Wänden. II*. Ostseite des Steinstock, Etzlital. III*. NW. vom Lolenpaß.

### IIb. Metamorphe Schiefer.

Quarz farblos, außer in 8. Sehr häufig, aber etwas seltener als im Granit nach dem Dauphineer Gesetz verzwillingt.

1. **Quarz** (1), H 1; in I: selten ($35, 0, \overline{35}, 1$). — **Brookit**, hell, kl., sehr dünn, oft H 4, häufig auf Quarz; in I: mit schwarzer Knotenlinie || c in Mitte; (001) breit, halb in den Quarz eingewachsen. — **Pyrit**, sp. oder fehlend, kl. — Limonit, gelb; in I: sp. Überzieht in II alles. — Albit, in I: H 1. I*. V. Cavadiras, Strahlige Stöcke. **Sa**: Zü 5878 (?). II. Franschiberg bei Amsteg; hier die Mineralien nicht gleichmäßig auf der Stufe aufsitzend, sondern in Gruppen wirr aneinandergereiht. — 4 [6].

1'. **Quarz** (1); in II: oft flachtafelig nach einem ($10\bar{1}0$) und dann Parallelverwachsungen bildend zu größeren, nach einer Richtung besonders langen Tafeln. In I: H 1, selten ($11\bar{2}1$). — **Brookit** (2), in II: H 4, gr., hellbraun. In I: (001) stark ausgebildet. — Albit (1), sp., klar; in II: H 2 und Zwillinge nach Karlsbader und Albitgesetz. In I: H 1. — Calcit (3), H 6 und H 7, korrodiert, kl. — Chlorit (4), grün. — Limonit (4),

braun, der in I alles überzieht. — Anatas (2), sp., in II: H 1, blau. — Pyrit, in II: H 2. Nur in II: Pseudomorphosen von Limonit nach gr. hexagonalen Säulen eines Carbonat? wie bei 4, II. I*. Limmilauital, Maderanertal. II*. Erzstollen am Ried bei Amsteg. L: Ke 1, p. 290 (?). — 2 [4].

1″. **Quarz** (1), H 1. — Brookit (2), H 4, kl. — Anatas (2), H 1, kl. — Pyrit, ssp. — Galenit (3), H 2, mit sehr kleinem gelben ssp. Wulfenit, und äußerst seltenen Cerussitnadeln. — Chalkopyrit, ssp. — Chlorit, sp. — Calcit, H 7, sp., kl. I*. Kleines Lungerntal, Maderanertal, N. K. 1[1]). Sa: Sel.

**2. Quarz** (1), H 1, in X: vorwiegendes Mineral. Die in der Kluft nach oben gerichteten Rhomboederflächen sind milchig durch feinen Staub, den sie nahe ihrer Oberfläche einschließen. In VII: meist H 1, selten $(51\bar{6}1)$ $(11\bar{2}1)$; Spitze häufig mit Chlorit überzogen. In XIV: H 1 mit $(30\bar{3}1)$; $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$ $[(45, 0, \overline{45}, 16)]$. In XV: H 1, selten $(11\bar{2}1)$ oder $(51\bar{6}1)$. — Anatas (2—3), meist blau, H 1; in II: schwarz auf Bruchflächen von Quarz. In IIa: gelbblau auf Rauchquarz. In VII: H 1, gelb, meist kl. In VIII: (112), gelb, auf Quarz, zum Teil in Rutilnadeln, die einer horizontalen Kante parallel laufen, umgewandelt. In VIIa: (001); (111). In XII: H 1—H 2, kl., blauschwarz. In XIII: H 3 dunkelblau. In XIV: H 1, streifenweise blau gefärbt. In XV: (337) (20, 20, 19?) und H 2. — Rutil meist fehlend; in XV: in feinen Haaren ssp.; auch in flachen Nadeln, die zum Teil den Habitus und die Anordnung von Brookitkristallen zeigen, ssp. In VIIIa: feine Nadeln in Quarz eingeschlossen. In XII: Sagenit. — Chlorit, gelbgrün (3). In X: graugrün, wurmförmig auf Quarz. In VIII und XII: dunkelgrün. In XV: schwarzgrün. In XIV: fehlend. — Ilmenit (1), ssp., in VIII: fehlend. — Adular (1), klar, weißlich, meist kl.; nur in VII, IX, XIV. In VII: H 2 ohne (010). In IX: gr., korrodiert, weißgelb, worauf Anatas aufsitzend. — Albit; nur in VII: ssp., kl., klar. — Calcit (3), kl., sp., derb; fehlt oft z. B. in VIII. In I: häufiger, H 7. In X: (0112), kl. In XV: (1011) (1012). In XIV: H 4. — Brookit (2), in XV: sp., sonst meist völlig fehlend. — Limonit nach Pyrit, nur in XIV: sp. — Siderit (2), H 1, ssp. — Limonit (3), ssp. — Turmalin, nur in X: gr., auf seitlichen kleinen Rissen der Kluft, braunschwarz, etwas zerdrückt. I*. Hagstöcke, Brunital. II*. Eyelen-Garschenalp, Furka. IIa. Garschenalp. III. Unterer Teil des Muttenhorngletschers. L: v. Fr. 1, p. 30. Sa: Zü 1541 (?). IIIa. Schwärzegletscher. L: v. Fr. 1, p. 32. IV*. Östlich Färnigen, Maiental. V*. Anfang von V. Maigels, Nordseite. VI. Am Rhein bei Rueras. VII*. V. Strim, SO. von Bauns (N. K. 1), h, in metamorphem sericitischen Dioritaplit (?). VIIa*. Sog. Wulfenitfundort, nördlich von VII (N. K. 3). VIII*. A. Cuolm da Vi, über dem kleinen See. Mehrere Fundorte; a. der höchst gelegene. L: Sel 1. Gr. 1, p. 108? Sa: Sel. By. IX. Perdatsch, gegen Tgom bei Sedrun (Fundort Lor. Giacomet), Übergang zu 6'''', I. Sa: Mü. X. Cavorgia bei Sedrun. XI*. Am Maigelsgletscher im Dioritaplit. XII. Piz Terri, Vals-Platz. L: Koe 6, p. 16 (1). XIII*. Piz Frunt. L: Koe 6, p. 14 (8). XIV*. Piz Frunt. L: Koe 6, p. 14 (9). XV*. Auf kontaktmetamorphem Sedimentgneis an der Grenze des Periditstockes im Lavez-

[1]) N. K. bedeutet die Kartenskizzen auf der Tafel, und zwar für die Seitentäler des Maderanertals, Grieserntals, Lungerntals usw. die Skizze I, für die Fundorte in der V. Strim die Skizze IV.

steinbruch von St. Agatha bei Disentis, auch nach Mompemedels oder Scaleglia benannt. **L**: Wi 9. — 20 [30]. — Analog VIII: Nilalpe bei Virgen. **L**: Ga p. 459.

2''. **Quarz** (1b), H 1, selten mit $(11\bar{2}1)$ und $(31\bar{4}1)$. Wo viel Anatas, schließt der Quarz braunen sandigen Chlorit ein. — Anatas (2), H 1, blau, häufig grünen Chlorit einschließend; selten gelb mit H 2 oder vorherrschenden (001); sehr selten H 7. In IV und V: blaugrün, H 2. In I: (Gro 1) (111) (113). In II: bisweilen viele, sehr kleine Kristalle tafelartig aneinandergereiht; mit (Koe) (001) (111); (117) (223) (332), hier auch mit Ilmenit verwachsen, farblos; ferner auch H 2, gelbbraun. In IV und V: H 2, gr. In VI: H 2, grünlichblau. — Brookit (2), hell, mit schwarzer Sanduhrzeichnung, flr. In I: (Koe) H 4. In III: (Pal) H 4 mit (104) (210) [(134) (112) (234) (010)], häufig auf Quarz aufgewachsen. In II: graugelb, zum Teil von Rutilnadeln durchspießt. In IV: sp., dünn. In V: H 4, ssp. — (Brookit ist nicht auf jeder Stufe, auf der Anatas vorkommt.) — Chlorit (4), hell gelbgrün, feinkörnig. — Calcit (3), bisweilen klein, weiß. In II: H 8. In I: $(10\bar{1}1)$, daneben H 4 und H 6. In III und anderwärts: etwas größere Kristalle mit $(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}2)$. In IV und V: H 7, wulstig, korrodiert. — Rutil (1b—2), ssp. oder fehlend. Nur in II und IIa: häufiger; in II: hellgelbe Nadeln, an denen auch Anatas mit H 2 aufgespießt ist; ferner auf Brookit aufliegend und zum Teil parallel gesetzmäßig mit ihm verwachsen. In IV: Haare im Quarz. — Adular (1a), sp. In II: kl., grau, H 1. In I: oft fast grobfaserig und mit gekrümmten Flächen. In IV, V, VI, VIa, VIb: H 1, kl. — Pyrit; nur in IV—VIb: H 2, kl. — Galenit (2—3), sp., nur in größeren Klüften; in II: H 2 mit Wulfenit, gelb, (001) vorherrschend. — Ilmenit in Blättern; in V: gr., (0001), in Quarz. **I***. Oberes Grieserntal (N. K. etwas unterhalb von 7), nebeneinander mehrere Fundorte, wohl ein Kluftsystem. **II.** Oberes Grieserntal bei 5 (Fundort r. Tr.). IIa. **L**: Wi 21 und 10. **III.** Etwas höher als I, über Geröllhalde, jetzt verschüttet (N. K. 7). Lit. zu I und III (Fund von 1855, wohl I oder zwischen I und III): Pal. Gro 1, p. 110, Messung von Bücking. He 1, 2, p. 11. Wi 12, 29?, 15; vgl. p. 51 oben. Sa: Str—Mü—Zü—Be. IV*. Piz Aul, Vals-Platz. **L**: Koe 6, p. 16 (4'). V*. Piz Aul und Breitengrat am Piz Aul. **L**: Koe 6, p. 16 (4). VI. Brandegg bei Tamül. VIa. Weißenstein bei Vals. VIb. St. Martin, nördlich von Vals. — VI—VIb. **L**: Koe 6, p. 16 (4''—5'). — 10 [15]. — Adular fehlend: Vordere Eichamspitze, Groß-Venediger. — Grieswiesalp, Rauris.

2''. **Quarz** (1); H 1, in II: kl., H 1, bisweilen mit $(11\bar{2}1)$, feine Rutilnadeln einschließend. In I: zum Teil sehr groß, H 1 $(01\bar{1}1)$ kl. $(10\bar{1}0)$ stark gestreift, auch treppenförmig. — **Rutil** (1), in langen feinen Nadeln, in I: frei in verfilzten Massen als Kluftausfüllung und im Quarz. In II und III: sp., im Quarz. In IV: frei, H 1, dunkel. — Calcit (2); in I: H 7, Parallelverwachsungen häufig. In III: H 7, korrodiert. In IV: korrodiert. Fehlt in II. — Chlorit (3), grün, sp. — Adular (1), nur in I: H 1—H 4, sp., kl. — Pyrit, sp., H 1, nur in I und IV. I*. Piz Aul bei Vals. **L**: Gru 2. Koe 6, p. 16 (2'). II*. A. Cuolm da Vi, oberhalb der Hütte und von 2 (VIII) nw. 2266. **L**: Ra 1, p. 399 (?). III. Faltschonahorn bei Vals. **L**: Koe 6, p. 16 (2). IV. A. Leiß. **L**: Koe 6, p. 18 (5).

3. **Quarz** (1b), H 1. In I: braunen Chlorit einschließend. In VI: vereinzelt auch Quarzkristalle, auf deren Flächen Splitter eines zerdrückten Quarzkristalles angewachsen und ergänzt sind, was auch an anderen Fundorten bisweilen vorkommt. In III: meist kl., nur vereinzelte gr. In II: Tessinerhabitus, vgl. p. 45. — **Adular** (1a), H 1, oft gekrümmte Flächen;

in wechselnder Menge. In VI: H 4, kl. In III: kl., auch mit ($\bar{2}01$). — **Anatas** (2), H 1, meist hell bis dunkelblau. In VII: rotbraun. In III: zum Teil groß, auch H 2. In Ia: fehlend. In III: kl., sp. In VI: H 1, häufig. In VII (1): H 1, gr., rot, zum Teil in Rutil umgewandelt. — Calcit (3), sp., kl., oft fehlend. In Ia: völlig fehlend. — Albit (1), ssp., schlecht ausgebildet oder fehlend; nur in I: häufiger. — Ilmenit, sp., meist im Quarz; in Ia: fehlend. — Chlorit, in wechselnder Menge, gelbgrün; bisweilen deutliche Kristalle in Körnerform. — Rutil, nur in V, VII. In V: ssp., haarförmig. In VII (3): in Sternen von kleinen kurzen Kristallen, H 1. — Pyrit, ssp. oder fehlend. In Ia: H 1. In VII (1'): H 1. — Brookit, nur in IV: ssp. I*. Val Cavadiras, unter den Strahligen Stöcken, oberste Terrasse. Ia*. Strahlige Stöcke, bei „im Pfad" der Karte über dem Gletscher der Val Cavadiras. II*. Giengiun pellegrin, nordwestlich von lago Sfundau (Sciundrau), südlich Osasca. **L**: Koe 2, p. 514. III*. Selva bei Tschamutt, „Cavradi"; leitet über zu 4, II. **L**: Ra 1, p. 389. Vo 1, p. 504. Wi 3. — Sp. 1: „An, Sr, Ar", zum Teil auch Cornera, vgl. 8. — La 1, p. 257, „Anatase". — **Sa**: Zü 4373. — Ber—Mü—Zü. IV. Südlich nahe lago Bianco. **L**: Fr. 1, p. 88, in quarzreichem Glimmerschiefer. V*. Felsinsel im Reisti-Tschingelfirn, Maderanertal. VI*. Nördliche Seite des Hörnli, Oberalp. VII*. Fanella bei Vals-Platz, 4 Fundorte. **L**: Koe 8, p. 16 (1, 1', 2, 3). **Sa**: By. — 15 [30]. — Piatta grande bei Sondalo. Brugnatelli, Zt. f. Krist. 32, p. 355, 1900.

3'. **Quarz**, kl. (1 b), H 1. In II: Szepterquarz, Kristalle, sehr lang, nach c und reihenförmig angeordnet, auch große verzerrte tafelförmige Kristalle. — **Adular** (1 a), kl., grau, H 1; in I: gestreckt nach b. In III: ssp. In IV: sp. — **Brookit** (2); in I: dunkelschwarz. Koe (100) (001); (021) (122) und dieselben Formen nach Sel vom „Tscharren". In III: auf Quarz. In II: ssp. In IV: H 4, gr., zum Teil in Quarz eingewachsen, dicke Tafeln. — Calcit (3), sp., kl., in I: ($01\bar{1}2$). In IV: flache Tafeln (0001). — Pyrit (2), kl., H 1, sp. — Anatas (2), sp., in I und III: H 1, dunkel gefärbt. In II: H 1, selten H 2. In V: fehlend. — Albit, ssp. — Chlorit (4), gelbgrün, sp. — Ilmenit, sp. — Galenit (2—3), nur in II: H 2 mit Cerussit (3) und Chalkopyrit (2), ssp. — Limonit, ssp. oder fehlend. — Rutil, nur in IV: ssp. in Haaren. I*. Großes Lungerntal (N. K. 2). **L**: Sel 3. Wi 13. **Sa**: Ba—Zü—Sel. II*. Unteres Grieserntal, etwas höher als Alp Griesern, Ostseite (N. K. 3). **L**: Gro 1, p. 98? **Sa**: Str—Ber. III*. Kehle am Düssistock ob der Hüfihütte. S: Be. IV*. Piz Aul, Vals-Platz. **L**: Koe 6, p. 16 (5). V. Thusis, Fürstenanbruck. **L**: Koe 6, p. 16, 5'. — [Ohne Titanmineralien in demselben Gestein bei Inschi unter Bahnwärterhaus 42 an der Reuß.] — 6 [10]. — Tête de Toura bei St. Cristophe, Dauphiné. **L**: Gro 2.

3''. **Quarz** (1—2), H 1, häufig mit ($11\bar{2}1$), schließt meist braune Chlorit(?)erde ein; dieser braune Chlorit sitzt auf klarem Kristallkern. In II: H 3. — Adular (1), sp., H 1, weißlich oder braun durch Chlorit; in II: kl. In I: sp., sehr lang nach c. — Calcit (3), H 7, und häufig ($10\bar{1}1$) allein. In IV: ($01\bar{1}2$). — Brookit (2), braun, H 4. In VI: ssp. — Anatas (2), meist braun, H 1, gestreift nach horiz. Kante beider Flächen. In II: H 2. In IV: graublau, H 1. In VI: ssp. — Sphen (2), gr., braun, in III: (Koe) (112) (102) flächenarm. Ähnlicher Habitus in I und II. In II: gr. In V: (He) (102) (110) ($\bar{1}12$); (111) ($\bar{1}32$) (021) (001) ($\bar{3}12$) (132). In VI: fehlend. — Albit (1), nur in II: sp., H 6. — Chlorit (2—4), als Einschluß braun; auf den Mineralien im Hohlraum der Kluft grün. — Galenit

(2—3), nur in VI: H 1, worauf Wulfenit, H 1, auch in dickerer Kruste. — Alle Fundorte im Maderanertal. I*. Mittelegg (N. K. 11). II*. Steintal. Sa: Zü 5884 (?). III*. Drosselegg, Kästal (N. K. 13). IV*. Rinderbühl bei Hinterbalm. V. Oberes Grieserntal gegen Beerenen (N. K. bei 7). L: Hes. F. 7, Abh. 7, p. 15. VI*. Oberes Grieserntal, Westseite (N. K. 6′) und VIa. ebendort, Ostseite (N. K. 6). — L: Die Brookitfundorte des Maderanertal sind zuerst 1837 von Lusser erwähnt. Die Bezeichnung „Steintal“ bei Lusser ist wohl durch Grieserntal zu ersetzen und bezieht sich wahrscheinlich auf einen der Fundorte von V oder VI oder auf 2′, III.

4. **Quarz** (2), H 1. — **Albit** (1), klar, H 3; in IV: verzwillingt. — Brookit (2—3), braun, Habitus meist wie bei 4′ (I). In I: mitunter mit Lücken infolge Wachstumshindernis oder Korrosion, z. T. auf Quarz. In Ia (?): (Fed.) (100) (001) (102) (111); (210). In IV: kl., sp., korrodiert. In II: sehr dünn, goldgelb. — Anatas (3), sp., meist H 1; in III und IV: H 1 und H 2, kl. In II: häufig. — Pyrit, sp., gerundet, H 2 (?); in Ia: fehlend. — Chlorit (4), grün, sp. — Adular (1), nur in I: sp. — Calcit, sp. — Limonit (4), dunkelbraun; in Ia: fehlend. I*. Unter der Säge von Inschi bei Amsteg, 15 m über der Reuß. Ia. Inschitobel bei Inschi. L: Fed.; doch ist fraglich, ob die Fundortsangabe richtig, da alle Brookite aus dem Inschitobel, die ich gesehen habe, einen andern Habitus, nämlich den von 4′, I hatten. Sa: By. II*. Selva bei Tschamutt. III*. Siglispfad, Inschital. IV*. Breitlauital, Maderanertal. — 5 [7]. — Peyrou d'Amont, Meije, Dauphiné. La 1. — Le Puys bei St. Cristophe. Gro 1. (Anatas reichlich, Brookit sp., dazu selten Titanit, Monazit, Ilmenit.)

4′. **Quarz** (1b), H 1, wenn klein oft mit (10, 0, $\overline{10}$, 1) ($11\bar{2}1$); in IV und V: Bisweilen braun durch Chloriterdeeinschluß. — **Albit** (1a), klar, H 1 und H 3 mit ($\bar{1}\bar{1}1$) ($\bar{1}11$), flr.. nach Karlsbader und Albitgesetz verzwillingt (Unterteilung nach Roc Tournégesetz?); in wechselndem Mengenverhältnis. In V: H 1 und H 6. In III: ssp. — Adular (1a), H 1, auch Drillinge nach (021); in V: H 1, lang nach c-Achse. In III: vorwiegend. In II: Parallelverwachsungen kleiner Kristalle. — Chlorit (4), grün, häufig auf allen Mineralien festgewachsen; seltener dunkelbraun und mit Limonit gemengt. — Brookit (2), dunkelbraun, bisweilen von der sehr schmalen Basis ausgehend ein schwarzer Strich auf (100) in Richtung von c. In I (Pe) und (Koe): (100) (110) (134); (021) (122) (001) (104) [(043)], nach (Pe) auch (010); (100), alterniert mit (104). Häufig groß. In II: sp., mitunter scheinbare Zwillinge (L: Hi 1, Bd. 1, p. 1552); häufig Verschachtelung der Tafeln. In V: hellbraun, dünn, meist zerbrochen. — Apatit (1b), ssp., meist gr., klar, flr. In I: z. T. gr., rosa (Koe) (0001) ($10\bar{1}2$) ($10\bar{1}0$) ($10\bar{1}1$) ($21\bar{3}1$) [($10\bar{1}3$)], flr. In II: gr., farblos, klar, H ähnlich wie bei I; z. T. flr. — Calcit (3), H 7; in II: (0001) stärker hervortretend. In IV: Calcit ($10\bar{1}1$) und Tafeln mit H 6. In V: H 8, sp. — Rutil in ganz feinen weißen Haaren; auch Brookit ist stellenweise in solchen Rutil verwandelt. In II: ssp. als Sagenit. In V: gelbweiße Haare oder als flache Nadeln unter $120^0$ gekreuzt, mit Brookit verwachsen, c des Brookit und Rutil der einen Nadelreihe parallel. — Pyrit (2), H 2, meist verändert zu Limonit. — Sphen (2); nur in III: gelbbraun (Koe) ($\bar{1}12$) (111); (110) (100) (101) [(001)?]. Vielleicht auch von hier: (Hes.) (102) (110) ($\bar{1}12$); (111) ($\bar{1}32$) (021) (001) (100) ($\bar{3}12$) (132). — Anatas, sp.; in I: H 1 und H 2, blau, zum Teil gr. In II: blaubraun. In III: gelb mit H 4, und blau mit H 2. In III und IV haben

einzelne große Kristalle bisweilen an einem Ende mehrere Spitzen. — Ilmenit, ssp.; in I: (0001) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$, auch in Rosetten. In V: sp., in Rosetten. — Galenit (2), nur in großen Klüften von III: H 1—H 2 mit Wulfenit (3), gelb und (nach Gre) Cerussit. — Gips (5), faserig, (010) (110) (111); sekundär? — Sphalerit (2), rotbraun, ssp.; in I: ein Kristall, (111) $(1\bar{1}1)$; (100). — Chalkopyrit; nur in V: ssp., schlecht ausgebildet. — Pseudomorphosen von Limonit nach einem Mineral (Carbonat von Ca, Mg, Fe?) in dickeren hexagonal begrenzten Blättern oder Tafeln, die zu einer in der Längsrichtung gekrümmten Säule von etwa 1—2 cm Durchmesser und 3—5 cm Länge aufeinandergestellt sind. — Diese Pseudomorphosen, nur von Albit begleitet, sind noch häufiger in einem älteren Fundort* etwas unterhalb an der Reuß gegenüber der kleinen Brücke der Gotthardbahn. **L**: Ke 1, p. 290 „Fahrlauital". **Sa**: Zü. — Baryt, ssp.; in II: (010) (101). **I***. Rieder Tobel bei Amsteg. **L**: Gre—Pea. **Sa**: Ge—Zü—Mü—By. II*. Rieder Tobel, 100 m von I aufwärts der Reuß, nahe dem Erzstollen. III*. Oberes Grieserntal (N. K. 5). **L**: Hes. F. 7? — Wi 10 und 21? **Sa**: Zü. IV*. Mittleres Grieserntal (N. K. 4), linke Seite. V*. Liplankental (N. K. 12). **L**: Ke 1, p. 83 (?). VI. Inschitobel an der Reuß bei 4 (I). — Säulkopf, Nilbachgraben, Virgen bei Prägratten. Wei 2. — Ga p. 123.

4''. **Albit** (1), H 1—H 6. In I: gr., vielfach verzwillingt, flr., schließt braunen Chlorit ein. In II: kl., klar. In V: kl., sp. — **Anatas** (2). In I: H 2, blau. In II: meist H 1. In V: H 4, dunkel. In VI: H 2, dunkelbraun. — **Quarz** (1), meist H 1. In I fehlend? In II: meist kl. — Chlorit, in II: in graugrünen Körnern auf Quarz. — Brookit (2), nur in II: sp. und dünn, hellgelb. — Limonit, häufig, meist auf Quarz festhaftend. — Pyrit in Limonit umgewandelt in II. I*. Alp Cavrein, Höhle des P. Pl. a. Spescha. II*. Corneratal bei Selva am Rhein, etwa 50 m flußaufwärts von 3, III. IIa. Cavradi. **Sa**: Zü. III*. Unteres V. Gierm. IV. V. Nalps, Stavel sex. V*. A. Leiß bei Vals-Platz. **L**: Koe 6, p. 18 (6). VI. Südlich vom Piz Gianduses (nördlich Sedrun). — 7 [10]. — Sonnblick, Rauris.

5. **Quarz** (1), H 1, auch mit braunem Chloriteinschluß. In I: kl. In III: H 1, selten mit $(5\bar{1}61)$. — **Ilmenit** (2), H 1, dazu $(10\bar{1}4)$; in glänzenden Tafeln, auch in Rosetten. In III: nur in Rosetten, meist auf Quarz. In II: in dünnen Schuppen übereinander; nähert sich im Habitus dem Brookit. Daneben Hämatit (?). — Hämatit, nur in I: sp., ganz dünne Tafeln nach (0001), selten mit weißem Rutil überwachsen, es nähert sich hier auch der Hämatit im Habitus dem Brookit. — Adular (1), H 1, sp., kl., häufig in Reihen. — Albit; nur in III: sp., klar, sehr klein, etwas nach c gestreckt. — Calcit (3), sp. In I: H 8, gerundet. In II: $(10\bar{1}1)$. — Anatas (2); in I: blau, H 1. Außerdem H 2, nach Wi 20 noch (115), gelbgrün. Oft sind die kleinen Kristalle aneinandergereiht. In III: kl., H 4. In IV: fehlend. In V: (001); (111). — Brookit (1—2), hell, dünn, ssp., schlecht begrenzt. — Chlorit (4), in III: grün, sp. — Monazit; nur in V: kl., sp. — Laumontit; nur in II? nach Wi 20; — I*. (N. K. 8) und II*. (zwischen N. K. 7 und 8) Beerenen, oberes Grieserntal. **L**: Wi 20. **Sa**: Zü. Pa II. III*. SO. von Bauns, V. Strim; N. K. 1', h. **L**: Analyse des Ilmenit durch Prof. W. Meigen. **Sa**: Sel. IV*. etwas nördlich von III. V. Östlich oberhalb der Hütte Bauns, vielleicht identisch mit III. **Sa**: Sel. — Pormenaz, Montblanc.

6. **Quarz** (2), H 1, klein bis mittel; häufig sind die Kristalle wirr miteinander ver-

wachsen. Bisweilen nach einer Nebenachse gestreckt flach und dann meist mit großem (11$\bar{2}$1). Auf den flachen Kristallen sind manchmal andere normal ausgebildete Quarze angewachsen (vgl. auch Lit. zu 6'', I.: Zy). In VIII: scheinbar bruchlos gebogen, doch wohl gebrochen und verheilt. — **Siderit** (1—2), hier wie überall zu braunem Limonit umgewandelt, mit dunkelbrauner glänzender Kruste an der Oberfläche; H 1; Flächen bei größeren Kristallen oft sattelförmig gebogen, öfters terrassenförmig abgebaut zu etwa (10$\bar{1}$2); selten noch mit (0001) oder primärem 1012 (?). Nur in II: Auf Quarz. In IIIa: mit Rutilhaaren im Quarz, noch teilweise frisch, hellgelb. Oft von Rutilnadeln getragen und durchbohrt. In VIII: fehlend. Fe—Mg Carbonat (1) selten; H 1; auch verwittert, aber von hellerer Farbe als verwitterter Siderit. — **Rutil** (1—3), in Nadeln, (110) (100), äußerst selten Endflächen. Knie- oder herzförmige Zwillinge selten, Sagenit häufig. Auf den Stufen aufgewachsen und oft auch in Siderit eingewachsen. Auf dessen Spaltflächen ist mitunter sehr feiner Sagenit zu bemerken. In I, II, III: im Quarz. In II: auch freie Rutilhaare, um die kleine Calcitrhomboeder oft auch tonnenförmige Kristalle von Calcit, seltener kleine Pyrit- oder Sideritkristalle schwebend festgewachsen sind. In Ia: feine Haare. In III: dünne lange gelbbraune Nadeln, sp. im Quarz. In IIIa: Viele gelbbraune Rutilhaare mit frischem Siderit und Pyrit in größeren Quarzkristallen. — In einem Fundort (bei IIIa?) sind die langen Rutilhaare auf der Stufe dick von Pyrit, der jetzt verwittert, überkrustet. In VII: H 1, dunkel. Fehlt in VIII. — Dolomit (2—3), mit etwas $FeCO_3$, H 1, bisweilen sehr groß, terrassenförmig zu (10$\bar{1}$2) abgebaut, oder kleinere stark gekrümmte flache Rhomboeder mit Streifung; meist von Limonit und häufig von Pyrit überzogen. In einigen Fundorten von I den Siderit ersetzend. Fehlt in VIII. In IX: (Lincio) 3 mol. $CaCO_3$, 2 mol. $MgCO_3$, 1 mol. $FeCO_3$. H 1 gekrümmt durch sattelförmige Parallelverwachsungen. Bisweilen Zwillinge nach (10$\bar{1}$1), zum Teil mit Calcit längs c-Achse parallel verwachsen. — Calcit (3), ssp.; in Ia?: H 8, selten H 1 mit (01$\bar{1}$2). In IX: H 4 überwachsen von klaren Skalenoedern. — Pyrit, H 1. — Glimmer (3), meist sp., hellgelb, kleine hexagonale Blätter, sehr selten rosa; in I: Bisweilen alle Mineralien an einigen Stellen der Stufe überziehend. In VII und VIII: fehlend. — Baryt, ssp.; nur in I: in Tafeln (010) (101). — Galenit; nur in III: ssp., H 1. Oberfläche verwittert. — Aragonit, bisweilen als feine klare Nadeln oder auch als dicke weiße und gelbe Krusten alle Mineralien und freie Gesteinsflächen überziehend, wohl rezente Bildung (z. B. I. Gripalv), von verdunstetem Regenwasser, das Calciumcarbonat aus dem Gestein aufgelöst hat. — Gelber lehmiger Ton füllt große Teile der Klüfte aus und überdeckt oft alle Mineralien. **I***. Viele Fundorte zu beiden Seiten des Rheines gegenüber der 1—2. Galerie in der Lukmanierschlucht bei Disentis; auch weiter südlich hinter den 3. Ruinas am Gripalv, wo auf der Karte „Ruinas“ steht, unten und in halber Höhe des Gripalv. **L**: Gro 1, p. 99 (?). Ke 1, p. 258 „Medelser Tal“. — Wi 22 u. 3 u. 26. Ra 1, p. 415. Vo 1, p. 453. Spe 2, p. 453. — Die Fundorte in der Lukmanierschlucht wurden früher auch als „Medels“, „Disentis“, „Lukmanier“, „P. Muraun“, „Scopi“ usw. bezeichnet. **Sa**: Zü 1708 u. a. Mü—Str—Bud. Ia. Im Sericitphyllit an Lavezstein angrenzend im ersten Steinbruch unter Mompemedels. II*. V. Claus bei Sedrun, nordöstlich von Nacla, rechtes Rheinufer. **L**: Wi 25 „St. Antonio“. III*. Perdatsch da Vacces, V. Nalps, am Nalpsbach (Rhein), Erdbruch. IIIa*. V. Blaue bei Perdatsch. **L**: Wi 13? IV. Ual Surrhein, gegenüber Rueras am kleinen See. V. Gotthardtunnel, 3370 m von N. P., mit etwas

Eisenglanz (?). VI*. Längisalp, Furka. VII*. A. Leiß bei Vals-Platz. L: Koe 6, p. 18 (5). VIII. Eingang zur Schlucht des Somvixertal. A. Bodmer-Beder, Ztrbl. f. Min. 1900, p. 81. IX. Simplontunnel, 4590 m von S. P. L: G. Lincio, Atti Acc. Sc. Torino **46**, 25. Juni 1911, wohl Phyllitlinse in quarzreichem Kalk der Teggiolomulde. — 20 [40]. — Rauris, Salzburg.

6′. **Quarz** (2), H 1, sehr selten noch $(51\bar{6}1)$, meist kl. — **Siderit** (1—2), verwittert, mit etwa 1 Prozent CaO und MgO, bisweilen mit Pyrit besetzt wie in 6. In I: häufig; $(10\bar{1}1)$ [$(02\bar{2}1)$(?)]; $(10\bar{1}1)$ ist oft scheinbar abgeflacht und gerundet durch treppenförmige Abstufung nach $(10\bar{1}2)$. In V, Va: fehlend. — Monazit (3). In VII: (Ra) (**100**) $(\bar{1}01)$ (101) (110) (111) $(\bar{3}11)$ $(\bar{1}11)$ $(\bar{1}21)$ [(310) (120) (210) (140) $(\bar{2}11)$ (011) (012) (021)], auch größere rötlichbraune Kristalle mit gekrümmten Flächen. In VI: (Bow) (100) $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}11)$ $(\bar{3}11)$ (111); (210) (110) (010) (021) $(\bar{3}11)$ [$(\bar{2}11)$ (001?)] und VIa. (Koe) (100) $(\bar{1}01)$ (430); (010) [$(\bar{1}11)$] [$(\bar{2}11)$ (305?) $(\bar{3}21?)$]. $(\bar{2}11)$ auch größer. Auf manchen Stufen ssp. In Va: H 3, kl. In VIII: trüb mit gekrümmten und unterbrochenen Flächen. In I: (Koe) (**100**) $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}11)$ (011); $(\bar{3}11)$ (210) (110) (010). (Bow) noch $(\bar{2}11)$ [(021) (111) $(\bar{1}21)$]. In IVa: (Koe) (100) $(\bar{1}01)$ (430); (010) $(\bar{1}11)$ [$(\bar{1}21?)$ (305) $(\bar{2}21)$ $(\bar{2}12?)$]. In IVa (?) oder VI: (Sel) (**100**) $(\bar{1}01)$ $(\bar{1}11)$ (210) (021) (101) $(\bar{3}11)$ (011); (110) (111) (010) (001). In X: H 1 und H 4, z. T. in dickeren Kristallen. In XI: skl., als Überzug auf Quarz. — Albit (1), in VI, VIII, IX: H 6, kl. In I, II, IX, X, VII, VIa: fehlend. In Va: H 7 und H 1. — **Rutil** (1—2), in I: dickere dunkle Nadeln. In IVa: viele gelbe dünne Nadeln im Quarz. In VIIa: viele sehr dünne, daher fast farblose Nadeln im Quarz (sog. Bergflachs). VIIb: dicke dunkle Nadeln und Sagenit. In VI: sp., Sagenit. In VIa oder VI als dickere Nadeln auf Quarz: (Koe) (110) (130?) (111) (101) sowie schlecht meßbare Prismen und steile Pyramiden (321?). Von hier wohl auch (Ke 1, p. 258): (Ke) (110) (100) (111) (101) (321) und m. P. — Anatas (3), H 1 und H 2, sp., dunkel; in I: skl., ssp. In VI: H 2, auch mit (101) und andern Flächen. In VIII: mit Rutil in Quarz. — Turmalin; frei auf den Stufen nur in IX: ssp., schwarzbraun. Sonst an allen Fundorten häufiger Begleiter des Monazit in braunen (O dunkelbraun, E gelbbraun) und grünbraunen Nadeln im Quarz eingeschlossen, bisweilen auch in flachen Reihen angeordnet (sog. Turneritnadeln der Kristallsucher, weil ihr Auftreten das Vorkommen von Monazit in der Kluft anzeigt). Sie geben dem Quarz in ihrer Umgebung namentlich längs Rissen scheinbar eine braune Färbung, die aber zum Teil auf Absorption und Reflexion in den zahlreichen Nadeln selbst beruht. Zum Teil sind die Nadeln ausgelaugt. In X sitzen in ihren Hohlräumen kleine Turneritkristalle. — Pyrit (3), H 1, sp.; in IV: H 1, Aggregate mit gekrümmten Flächen. In VI: H 2; (111) ist konvex durch Anwachsflächen. — Calcit (4); in I: $(01\bar{1}2)$. Vorwiegend gegen die andern Mineralien. In VIa: $(01\bar{1}2)$. In VII: kl., zum Teil $(21\bar{3}1)$ $(01\bar{1}2)$; [$(10\bar{1}0)$ $(02\bar{2}1)$]. — Sonst sp. oder fehlend. — Ilmenit, ssp., Blätter in Quarz als Begleiter des Anatas, so in VI, VIII. — Apatit, ssp., kl., in VI und VII wie bei 6″. — Adular; nur in VII: sp., kl. — Baryt, nur in IVa oder b. — Xenotim; nur in VII: ssp., (110) (111), Sammlung Seligmann. — Gelber lehmiger Ton, der die Mineralien überzieht, häufig. I*. Am Rhein bei Sedrun, Glimmerschiefer bis Sericitphyllit. L: Bow p. 116 „V. Strim"?

II*. Surrhein bei Sedrun, Rheinschlucht. IVa*. V. Blaue, in mittlerer Höhe mehrere Fundorte (über den Häusern von Alp Perdatsch), Seitental von V. Nalps. **L**: Wi 22? IVb. Perdatsch da vacces nahe bei 6, III. Va*. Unterhalb A. Moos, l. c. (4). VI*. V. Stretgia bei Perdatsch, mehrere Fundorte. VIa*. (oberer Teil der V. Stretgia), nahe neben 6, IIIa bis gegen Palas da Tgom. In einem der höchstgelegenen Fundorte Monazit ssp. **L** zu VI oder VIa: Bow. Sel 4 (?). VII*. Am Rhein unter der Kapelle von St. Brida (Brigitta) bei Tschamutt und auf der rechten Rheinseite; seit 1800. Der helle feinschuppige Schiefer, der mit graugrünem feinknotigen limonitreichen Schiefer wechselt, steht zwischen Sericitphyllit und Glimmerschiefer. Daher ist das Vorkommen mit Typus 3 verwandt. 2 Spalten nebeneinander (a und b). **Sa**: Mü—Zü Po 322. VIII*. 150 m von VII den Rhein hinauf, unter einem Stall, dort viele Rutilnadeln im Quarz. — **L** zu VII und VIII: Ra 1, p. 417, 446, 389. Wi 17 und 4 (Titanit = Turnerit?). Sp. 1 „An" unter Selva. **Sa**: Mü. Mit „St. Brigitta" wurden früher die meisten Stufen mit Anatas usw. aus dem Tavetsch bezeichnet. VIIIa*. Kapelle von Tschamutt. IX. Am Rhein unter Bugnei, an der Grenze von Sericitphyllit, nördlich des Glimmerschieferstreifen. X. Dachberglücke bei Vals-Platz, d. **L**: Koe 6, p. 14 (11). XI. A. Padonatsch. **L**: Koe 6, p. 16 (3). — 20 [25]. — Mailfroßnitz, Säulkopf, Virgen, Tirol. **L**: Ga p. 362.

6''. **Quarz** (2), lang nach c, H 1 wie bei 6 und **Siderit** (1), wie 6. — Rutil (1—2), dunkel (eisenoxydhaltig, vgl. Hi 1, Bd. 1, p. 1622; Pfeil). Fehlt in II. In III: reichlich, im Quarz eingewachsen und frei als Haare. In IV tragen Rutilhaare kleinen Calcit mit H 4? — Glimmer (2—4), grüngelb, kl. In II: gelbbraune hexagonale Tafeln, reichlich. — **Apatit** (1—2), häufig schwach rosa. In IV: $(10\bar{1}1)$ am größten, dazu $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}0)$ $(11\bar{2}1)$. In I: meist rosa (solange dem Tageslicht nicht ausgesetzt), bisweilen nach (0001) in Reihen flach, parallel längs Nebenachse oder auch rosettenartig verwachsen (0001) $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$. In I, II, III, IVa, V: (0001) $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$; $(11\bar{2}0)$ [$(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}1)$] oder (0001) $(10\bar{1}2)$ $(20\bar{2}1)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}0)$; $(11\bar{2}1)$ [$(11\bar{2}0)$]. In IV: $(10\bar{1}2)$ (0001); $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}1)$ [$(11\bar{2}2)$] farblos. — Dolomit, wie in 6. — Calcit (3), ssp. $(01\bar{1}2)$ und H 8. — Pyrit, in I: meist H 1 auf Siderit und Dolomit. In II: H 2. — Chlorit; nur in IVa: im Quarz ssp. — Monazit, ssp., nur in einem Fundort von III. — Adular, H 1, kl., ssp., nur in einem Fundort von III. I*. V. Gronda, östliches Seitental der Lukmanierschlucht, der 3. Galerie gegenüber, auch 3. Ruinas (3. große Schutthalde von Norden) bezeichnet; ferner unter dem Gripalv, etwa 200 m über dem Rhein, sowie auf der Westseite der Lukmanierschlucht unter der Straße an der 3. Galerie. Viele Fundorte, kurze Spalten. Quarz, bisweilen frei auf Lehm in der Kluft liegend, zweiseitig ausgebildet; von hier wohl auch die verzerrten Kristalle und vielleicht der von Zyndel (**L**: Zy 2) beschriebene Zwilling von „Disentis". II*. Untere V. Blaue bei Perdatsch, V. Nalps. III*. Obere Val Blaue. IV*. Unter Kirche St. Antonio bei Sedrun usw. **L**: Ra 1, p. 426 und Ra 5 „Cavorgia". Wi 16 „Mariahilfkapelle". **Sa**: Sel. IVa*. V. Claus, rechte Seite des Rheins. V. Unter Perdatsch da Vacces, am Nalpsbach, Ostseite. — 10 [20].

6'''. **Quarz** (2), H 1, wie bei 6. — **Siderit** (1—2), zu Limonit verwittert wie bei 6; in II: reichlich. — **Antimonit** (1—2), zum Teil frei in einzelnen Nadeln, kleinen Büscheln oder in feinen verfilzten Haaren, bisweilen Siderit tragend; zum Teil im Quarz eingeschlossen.

In Ia: einzelne dickere Nadeln und Büschel dünner gebogener Nadeln im Quarz. Manche Nadeln sind ausgelaugt und die Hohlräume von braunem Pulver erfüllt. In II: Haare frei auf den Stufen; auch einzelne dickere Nadeln, sehr selten mit kleinen Endflächen. Ferner in und auf Quarzkristallen und stellenweise im Quarzband. — Dolomit (3); in II: H 1. — Zinkblende (Sphalerit) (2b), ssp., wohl nur in IIa: einige Kristalle: (Hi) (111) $(1\bar{1}1)$ (001) (101), zum Teil auf und in Quarz, schwarz, meist korrodiert, wobei Limonit die Lücken ausfüllt. — Galenit (2—3), ssp.; wohl nur in Ia: H 2. — Pyrrhotin; nur in Ia: ssp., hexagonal begrenzte Tafeln oder kleine reihenförmig angeordnete Lamellen in Quarz eingeschlossen. Ferner Pseudomorphosen von Pyrit nach Pyrrhotin (Sammlung Seligmann). — Chalkopyrit (2); nur in I: äußerst selten $(\bar{1}11)$. — Rutil, ssp. oder fehlend. I*. St. Antonio, Surrhein bei Sedrun, am Rand eines Ackers gegen V. Claus, weißer quarzitischer Sericitschiefer, und Ia unter I am Rhein, graugrüner Glimmerschiefer bis Sericitphyllit mit Limonit. **L**: für I und Ia: Wi 16 und 22 und 25. **Sa**: Zü WS. 2158. Mü—Sel—Ber. II*. Ruinas auf der Ostseite des Rheines gegenüber der 3. Galerie der Lukmanierschlucht, grünlicher quarzitischer Sericitschiefer, wohl gepreßter metamorpher Quarzporphyr. IIa*. Loch über 3. Galerie. Weißer quarzitischer Sericitschiefer wie bei I mit Pyrit. **L**: Zinkblende aus der Sammlung Seligmann: Hi 1, I, p. 576. Ke 3. — Spe 2, p. 453. **Sa**: Zü WS. 6409. Mü—Ber. — 4 [6].

6a'''. Ohne Antimonit, nur Zinkblende. Nach Angabe von Wiser. Im Saum bei Hospental. **L**: Wi 2. **Sa**: Zü.

6''''. **Quarz** (2—3), wie bei 6; in I: vorwiegend, Streifen eines schwarzen Pulvers einschließend. — **Rutil** (1—3); in IIa als Sagenit in Calcit von H 2 eingeschlossen. — Anatas (3); in I: H 1 und H 2 blau, zum Teil auf ausgeheilten Bruchflächen von Quarz und zum Teil in Quarz eingeschlossen. In IIc: H 1, blau, meist kl. auf Adular und Siderit. In IIb: rötlich H 2, und gelb H 2 mit (001) vorherrschend. In IIa: flach nach (001), H 2. In III: ssp. — Calcit, ssp.; nur in III: reichlich, $(01\bar{1}2)$. — **Siderit** (2), ssp., $(01\bar{1}2)$ verwittert. In I: gr., von hellem Sagenit durchzogen. Fehlt in VII. — Pyrit (3), sp. In I und IIc: zum Teil in kugeligen Aggregaten von kleinen Pyritoedern auf der Stufe, zum Teil auf Adular. — Adular (1), meist ssp.; nur in I und IIb: häufiger, oft groß, porzellanartig weißlich, zum Teil korrodiert, mit gekrümmten Flächen. Die lang nach c gestreckten Kristalle sind nicht genau parallel miteinander verwachsen. — Ilmenit (1), ssp.; in I und IIb: etwas häufiger, zum Teil im Quarz. — Monazit (3—4), sp., fehlt in I und IV. In IIc: kl., hellgelb. In VII: lang nach b, H 5, zum Teil gr. — Turmalin vgl. 6'. — Brookit (3); nur in IIc: hellgelb, dünn, sp., (Koe) (100) (112); (326) (001) [(102)?] u. a., und in VII: H 1, sp., zum Teil korrodiert. — Glimmer, wie in 6, ssp. — Apatit (2), ssp., kl.; fehlt in IV, V, VII. I*. Palas da Tgom nahe an II, bildet Übergang zu Typus 9. **L**: Wi 13. **Sa**: Mü. IIa*. Mittlerer und IIb*. Oberster Teil der V. Blaue gegen Palas da Tgom, Perdatsch, V. Nalps. Mehrere Fundorte. **L**: Wi 28? IIc*. Mittlerer Teil von V. Blaue, 20 m über dem Bach. **L**: Wi 3? III*. V. Franzosa unter Mompe Tavetsch. IV*. Ende des Muttengletscher ob Blauberg. V. Gegenüber Selva auf kleiner Anhöhe am rechten Rheinufer. VI. Carpetel, Paradeis, V. Nalps. VII. Oberhalb A. Moos bei Vals-Platz. **L**: Koe p. 18 (4'). Bow p. 118 (?). — 9 [15]. — Le Freney und Le Puys bei St. Christophe, Dauphiné. **L**: Gro 2.

6a. **Quarz** (2), H 1; in I: H 1 selten mit (51$\bar{6}$1) (11$\bar{2}$1). — **Siderit** (1—2), wie in 6, verwittert zu Limonit, in I: Pseudomorphosen von Calcit nach Siderit. In VII: fehlend. — **Albit** (1), als Periklin; meist H 4, aber häufig ohne ($\bar{1}$11) (403), und H 5 desgleichen. In I: (**001**) (010) (110) ($\bar{1}$10); (130) ($\bar{1}$11) (021) und Periklinzwillinge dieses Habitus, bisweilen groß. Neben Periklin auch Albit mit H 1, meist ohne ($\bar{1}$01), mit kleinem (021). — **Rutil** (1—2), als Haare in Quarz, häufig als Sagenit auf der Stufe; in I: Sagenit im verwitterten Siderit, häufig auf dessen Spaltflächen. In III: feine Haare zwischen Calcit. — Calcit (3); in I: 10$\bar{1}$1 und Zwillinge nach (01$\bar{1}$2). In II und III: H 8. In V: Gol. (01$\bar{1}$2): (10$\bar{1}$1) und Durchkreuzungszwillinge nach (01$\bar{1}$2). — Dolomit, H 1, ssp., meist fehlend. — Pyrit (2—3), ssp.; in III und IIIa: häufiger, klein, glänzend, auf Albit und Dolomit. Auf letzterem spiegelt (100) des Pyrits mit (10$\bar{1}$1). — Glimmer (3—4), kl., zwischen Chlorit und Muskovit stehend, wohl Gemenge oder Durchwachsung beider, da optische Eigenschaften im selben Kristall sehr wechseln. In I: gelbgrün (0001) (10$\bar{1}$0). — Apatit, nur in VI: Habitus wie I, 6$^0$ (II). I*. Ecke zwischen Reuß- und Wytenwasserschlucht bei Realp, Westabhang gegen die Furkareuß. **L**: Ke 1, p. 297. Ia*. Ostwand der Wytenwasserschlucht nahe an der Reußmündung. II*. Längisalp bei Gletsch. **L**: Ke 1, p. 84. III*. V. Claus bei Sedrun, Schlucht vom Nalpsbach. IIIa*. Lukmanierschlucht, besonders am 3. Tunnel in weißem quarzreichen Talkschiefer. Wi 22 u. 26. **Sa**: Ber—Sel. V. Rhoneschlucht (Rhonelamm von Niederwald bis Lax) unterhalb Aernen und am Mühlibach bei Aernen. **L**: Fel 1, p. 327. Gol. 2. **Sa**: Mü. VI*. Passo Vecchio, V. Cadlimo: in Randgestein der basischen Aufschmelzungszone, und VIa*. 250 m westlich von VI. (Vgl. IIIb, 1 (VIa).) VII*. Ohne Siderit, dem Typus IIb, 1 verwandt, an der Nordseite des Blauberg, etwa 50 m unter Gipfel. **Sa**: Zü V. S. 1179. — Mit Anatas ssp., Zinkblende ssp., Turmalin ssp., ohne Rutil: über Alpe di Veglia, Moticciagletscher. **L**: Linc. — Mit Euklas: Grieswiesalp bei Rauris. **L**: Gro 3, p. 19. — Berw. und Wacht.

6b. **Quarz** (2a), H 1, mit steileren Rhomboedern, auch mit Trapezoedern und Anwachsflächen. Anhydrit, Ripidolith, Rutil, braunen und grünen Amianth einschließend. — **Ripidolith** (3), gr., in kugeligen hellgraugrünen und dunkelgrünen Aggregaten. — **Monazit** (2b): (Se) ($\bar{1}$11) (**101**) (011) ($\bar{3}$11): ($\bar{1}$01) (110) (100) ($\bar{2}$11) (111), häufig nach 100 verzwillingt, meist auf Quarz aufgewachsen, hellbraungelb. — Rutilnadeln (1), meist in Quarz. — Anhydritnadeln (1), (010) (100); (001), jetzt meist nur mit Nakrit erfüllte Hohlräume im Quarz. — Siderit verwittert. I*. Mte. Camperio, westlich von Olivone. **L**: Sel 2 u. 4. **S**: Mü—Sel—Dr. Eng.

7. **Quarz** (1), meist Rauchquarz, h. Hämatit ohne Rutil einschließend: (Koe): (**10$\bar{1}$0**) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1): (51$\bar{6}$1) (11$\bar{2}$1) (23, 1, $\overline{24}$, 1) (60$\bar{6}$1) (80$\bar{8}$1) (15, 21, $\overline{102}$, 15) (12, 1, $\overline{13}$, 1). Farbloser Quarz, auf dem dicke Hämatittafeln mit sehr wenig Rutil (Koe): (**10$\bar{1}$0**) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1); (51$\bar{6}$1) (11$\bar{2}$1) (80$\bar{8}$1) (16, 0, $\overline{16}$, 13). — **Hämatit**, gr., (1—2), meist dem Quarz auf- und eingewachsen: in II: (Lev) (**0001**) (10$\bar{1}$1) (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$0) (01$\bar{1}$2); (22$\bar{4}$3) (21$\bar{3}$1) (41$\bar{5}$0) (02$\bar{2}$1) (21$\bar{3}$0) [(24$\bar{6}$1)] flr. oder (Ra): (**0001**) (11$\bar{2}$0) (10$\bar{1}$1) (02$\bar{2}$1); (10$\bar{1}$0) (01$\bar{1}$2) (22$\bar{4}$3) (21$\bar{3}$1) (21$\bar{3}$0). Bisweilen sind die Tafeln längs einer Nebenachse aneinandergereiht. Häufig auch (Koe): (**0001**) (10$\bar{1}$1) (22$\bar{4}$3) (21$\bar{3}$1); (10$\bar{1}$2) (20$\bar{2}$1) (10$\bar{1}$0) (02$\bar{2}$1) (01$\bar{1}$2) [(07$\bar{7}$1)].

Auf dem Hämatit ist Rutil (3) nur sehr spärlich aufgewachsen oder fehlt. Bisweilen ist der Hämatit zerbrochen im Quarz eingeschlossen. L: Wi 5. Zum Teil kurze dicke, zum Teil große dünne Tafeln. In III: H 2. — Adular (1), ssp., weiß, meist korrodiert, Kristallskelette. — Calcit (3), ssp., H 1, weiß. I. W. unter A. Mutt. II*. A. Cavradi, dicht unter der Hütte, dort ohne Rutil, ältester Fundort. L: Ra 1, p. 411. Wi 5. Lévy vgl. Hintze 1, I, p. 1820. Der Fundort früher als Tavetsch, Medels usw. bezeichnet. III*. Westseite der Val Maigels gegen den Tomasee. IV. Zafragiatobel bei Truns, etwa 500 m über Rinkenberg. — 4 [6].

8. **Quarz** (1—2), H 1, H 3, H 4, oft flächenreich. Bisweilen in I und II als Rauchquarz h nach einer Nebenachse langgestreckt, messerförmig; H 1 mit großen $(51\bar{6}1)$ $(03\bar{3}1)$, geht in geschlossene, schwach gewundene Bildungen über. Als Szepterquarz schwach hellbraun oder als Amethyst schwach violett mit H 1. Sehr selten Zwillinge nach Zinnwalder Gesetz (L: Zy 3). — Der Quarz schließt häufig Eisenglanz mit Rutil ein. Bisweilen zerbrochen und teilweise durch Flächen mit hohen Indizes, selten durch spießartig angeordnete kleine Kristalle regeneriert. In III: H 1, selten mit $(51\bar{6}1)$. In V: Anhydrit in Quarz. (Der Anhydrit zeigt nur die drei Grundflächen.) Dort zeigt Quarz: $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$; $(51\bar{6}1)$ $(50\bar{5}1)$ $(05\bar{5}1)$ $(13, 0, \overline{13}, 0)$ $(14, 0, \overline{14}, 3)$ $(40\bar{4}1)$ [$(11\bar{2}1)$ $(16, 0, \overline{16}, 1)$] oder H 3 mit $(20\bar{2}1)$ $(05\bar{5}1)$ $(0, 13, \overline{13}, 3)$ $(0, 17, \overline{17}, 1)$ $(26, 0, \overline{26}, 11)$ $(0, 45, \overline{45}, 16)$ u. a. Fl. — **Hämatit** (2a—3), gr., H 5, wobei manchmal $(01\bar{1}2)$ fehlt oder H 5 ohne $(22\bar{4}3)$ und mit $(20\bar{2}1)$ $(70\bar{7}1)$ $(21\bar{3}1?)$. Häufig H 5 mit (Gro 1) $(62\bar{8}1)$ $(21\bar{3}1)$ $(41\bar{5}0)$, ferner bisweilen noch $(10\bar{1}0)$ und andere Flächen wie (Hes. 4) $(42\bar{6}5)$ $(12\bar{3}2)$ $(21\bar{3}0)$; seltener: (Koe) (0001) $(22\bar{4}3)$ $(02\bar{2}1)$ $(10\bar{1}1)$; $(01\bar{1}2)$ $(40\bar{4}1)$ $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(62\bar{8}1)$ [$(15, 7, \overline{22}, 2)$]. Dünne Tafeln, auf denen der Rutil in breiten flachen Kristallen aufgewachsen ist, zeigen nur: (Koe) (0001); $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(05\bar{5}4)$. — Nach (Sel 3) (0001) $(10\bar{1}1)$ $(22\bar{4}3)$; $(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}2)$ $(11\bar{2}0)$, auch Zwillinge nach $(10\bar{1}1)$; Rutil sp. L: Hes. Forts. 4 und 5. Ra 1, p. 411. Gro 1, p. 77. Mel. — Die Basis der einfachen Kristalle zeigt oft trigonale Streifung. — Bisweilen in VII und VIII terrassenförmig aufgebaut; die aneinandergereihten Lamellen von (0001) bilden das stumpfe Rhomboeder $(01\bar{1}2)$; seitlich dann nur $(10\bar{1}1)$. Hämatit von diesem letzteren Habitus ist mit klarem kleinen Adular verwachsen; der Rutil ist parallelstrahlig auf jedem der 3 Rhomboeder angeordnet. — Je mehr Rutil auf der Basis des Hämatit, um so heller und rauher die Fläche, wie schon Wiser bemerkte (Wi 5), und um so dünner die Tafeln, so hauptsächlich südlich von I nach III hin. — Manchmal sind die Tafeln von Hämatit schachtelförmig miteinander verwachsen, bisweilen ebenso wie am selben Ort der Adular auch reihenförmig, wendeltreppenartig um die c-Achse angeordnet: (Koe) $(01\bar{1}2)$ $(11\bar{2}0)$ (0001); $(22\bar{4}3)$ $(10\bar{1}1)$. In III und IVa ist Hämatit ssp. oder fehlt. — Adular (1), klar, fehlt völlig bei III und IX. In Ia, II und VI: (Ra 1, p. 436) (110) $(\bar{7}06)$ (001) (010) (130); (100) $(\bar{1}11)$ [$(\bar{2}21)$ $(\overline{56}, 7, 48)$]; und (Stre): Vierling desselben Habitus statt $(\bar{7}06)$: $(\bar{1}01)$, ohne (100), oder auch (Koe) (110) $(\bar{1}01)$ (001); (100) (130) (010) $(\bar{1}11)$ [$(\bar{2}21)$]. Beide Ausbildungen (nach Ra und Koe) an Drillingen, Vierlingen nach (021). Achtlinge nach Sel 3. Die einfachen Kristalle zeigen $(\bar{1}01)$ statt $(\bar{7}06)$. Sie sind zuweilen stark korrodiert (Kristallskelette), von wabenartiger und || c säulenartiger Struktur, sowohl große wie ganz kleine Kristalle. Das Vorkommen ganz

kleiner korrodierter Kristalle deutet vielleicht eher auf Wachstumshindernis, etwa durch den gelben Ton, der jetzt noch manchmal die Kristalle überzieht, als auf Lösung durch Flüssigkeit oder Dampf. Alle Übergänge zwischen „unverändertem“ und „korrodiertem“ Adular (VI—VIIIa) sind vorhanden. Auf der Muotseite auch schlecht ausgebildete Reihen kleiner Kristalle mit scheinbar korrodiertem Hämatit, auf dem wenig Rutil. — Der Adular meist spärlich auf den Stufen. In Ia: klar, bis weißlich, mittelgroß, Vierlinge wie oben beschrieben. In VI und IV: zugleich mit Quarz, Turmalin, Hämatit mit wenig Rutil. — Wo Adular vorkommt, ist Rutil meist spärlich. — Calcit (3), mittelgroß, klein, klar, bisweilen gelblich mit matten Flächen, H 1, selten abgestumpft durch ganz schmale $(02\bar{2}1)$ und $(11\bar{2}0)$. Oft z. B. in V: sp. — Rutil (2—3), auf dünnen großen Eisenglanztafeln. Wo Adular, dort Rutil spärlich. In Ib, II, VII, VIII: häufig, zeigt (Ra 1, p. 414): **(310)** (100) (111); (101) (313) und (Ke) [(210) (110)] oder (Koe): **(100)** (110) (310) (101). **L**: vgl. Hi 1, I, p. 1600 und p. 1820. Schra 1. Insbesondere Hessenberg (Hes. F. 5); G. vom Rath; ferner H. Baumhauer (Bau. 4), der das genaue Gesetz der Verwachsung feststellte. — Bei III und IX ist der Rutil auf den Stufen angewachsen, nicht auf Eisenglanz, aber als flache Nadeln desselben Habitus und gleicher Größe wie die auf Hämatit, oft die c-Achsen unter etwa 60° sternförmig gekreuzt. (Bau. 4.) In ?: Auf Hämatit als Reihen in spießartiger Fortwachsung über die Basis hinaus braungelb, mit Adularskeletten, die nach derselben Richtung spießartig: ebenso wird das Quarzband auf engem Risse durch kleine, parallel gestellte Kristallspieße fortgesetzt. Der Rutil ist hier deutlich später als Hämatit. — Siderit (1), sp., kl., verwittert, H 1, auch Zwillinge nach $(01\bar{1}2)$, so bei III, IX. **L**: Leu 1. — Aragonit (4), sp., kl., nur bei I auf Calcit. — Turmalin (1—3), kl., H 1, schwarze Nadeln, auch in Büscheln, selten. In IV und VI: häufiger in Quarz und auf der Basis des Hämatit, aber nicht regelmäßig verwachsen; ferner in Büscheln auf dem Gestein. — Anatas, sp. (3), nur in wenigen Klüften von I und II, gelbbraun, kl. kugelige Gestalt (Ra 3): **(337)**; (111) (110) (101) (301) oder (Schra 1): (111) (101) (301); (113) (223) (112?) auf stark korrodierten Basisflächen des Hämatit, auf dem spärlich Rutil aufgewachsen ist oder auf korrodierten Bruchflächen. Ferner in (?): dunkel, H 1 und H 3; in III: H 1, schwarz, blau, zum Teil auch mit (113). — Brookit, äußerst selten, nur bei III kleine helle zerbrochene Tafel. — Monazit (2—3), sehr selten, nur bei III und IX, begleitet von den charakteristischen schwarzbraunen Turmalinnadeln im Quarz. In IX: mit Hämatit ohne Rutil, auf Quarz, hellgelb mit rötlichen Streifen: (Koe) **(010)** (001) (100) (110) (210) $(\bar{1}01)$ [(021) (011)], daneben kleine, nach b. langgestreckte hellgelbe Kristalle, etwa H 5. Ferner in III?: auf Quarz **(100)** (011); (101) $(\bar{1}01)$ (110) (010) [$(\bar{2}11)$ (111)]. **L**: Sel 3. — Xenotim (2—3), von VIII oder X: auf Turmalin, blaßgelb, äußerst selten, nach Sel 3 zugleich mit Hämatit, Quarz, Albit (Albit fehlt sonst auf den Stufen von 8), X. (Sel 3) (110) (111) (001). Xenotim nach (Hes.) (110) (111) (310). Nach Koe **(110)**; (111), hellgelb auf hellem Quarz, der etwas Hämatit ohne Rutil einschließt. Der Fundort für die beiden ersten Vorkommen (Sel 3 und Hes. F. 11) ist nicht sichergestellt; auch bezüglich des dritten (Koe) steht nur fest, daß er von einer der im folgenden angegebenen Fundstellen von V. Cornera stammt. Vgl. auch **L**: Wi 6. — Baryt (2—3), gr., ssp., nur in IV und VIII. In IV: meist große dicke rauhe, schlecht begrenzte, mit rötlicher Rinde überzogene keilförmige Tafeln (010), die bisweilen schwarzen Turmalin, Rutil, Siderit ein-

schließen, oder rötliche blätterige verästelte Massen mit farblosem Quarz und Hämatit ohne Rutil verwachsen oder auch auf Rauchquarz. In VIII (?): klar (Ke 2) (010) (101) (001) (120) (111) (011). **L**: Wi 1. Ke 2. — Muskovit (3), ssp., nur bei II an einigen Stufen und bei III: klein mit Siderit, Calcit, Rutil. — Strontianit (3—4), ssp.. in grünlichweißen Büscheln; in II: auf Calcit von H 1 zugleich mit Malachit usw. In IV: Turmalin einschließend mit rosa Baryt verwachsen. In ?: auf Adularskeletten. — Heulandit, äußerst selten, nach G. vom Rath an korrodiertem Adular von Cavradi. — Albit, nur an zwei Fundorten, IIIb: sp., klein, Albitzwillinge u. in IX. — Pyrit; nur IIIa: ssp. (100). — Malachit in dünner Kruste auf sehr seltenem Chalkosit (2), der teilweise in Kupferlasur umgewandelt ist, nur in VII—VIII. — (Apatit, nur ein kleiner Kristall in der Sammlung Seligmann, an Hämatit vom Habitus des Plankenstocks (I; 5'', I) angewachsen.) Die Fundorte liegen in Val Cornera in einem O—W streichenden Zug von sericitischen hellen quarzreichen Schiefern, die alle wohl metamorphes Permocarbon sind, zum Teil aus Quarzporphyren, Arkosen, ferner aus Resten ehemaliger, Quarz, Baryt, Strontianit usw. führender Erzgänge zusammengepreßt. Die Mitte des Gesteinszuges zieht etwas nördlich der Hütte von A. Cavradi und südlich von Alp Muot durch. In die Ostwand der tiefen Schlucht des Rhein von Cornera sind sehr steile kleine „Täler“, las vals, eingerissen. Ostseite*: I. las Vals bis etwa 150 m über dem Cornerabach. Ia. gr. Hämatit mit wenig Rutil, schwach braun gefärbter Quarz, klarer weißlicher Adular, Calcit, Strontianit, auch kleiner gelber Anatas. Ib. bis zu Fundort III hin, mehrere Fundorte wohl zusammenhängend: Hämatit mit Rutil, Quarz. II. unter I, im „ird“, nördlich von dem kleinen Haupttal von las vals, dasselbe wie Ib, dazu Strontianit, Chalkosit, großer gelber Anatas. III. Grenze des Streifens nach Südosten, etwa 200 m über dem Rhein, Val aulta, mehrere Fundorte. a) Calcit, H 1, farbloser und schwach brauner Quarz, Muskovit, Siderit verwittert, Rutil auf der Stufe in einzelnen Kristallen aufgewachsen; b) hellbrauner und farbloser Quarz, Rutil wie bei a, Turnerit, braune Turmalinnadeln in Quarz, Anatas, Albit nur an einer Stelle zum Teil sehr klein. Die Vorkommen III sind 6' nahe verwandt. **Sa**: Str. IV. Grenze des Streifens nach Nordosten: Turmalin, Hämatit in dickeren Tafeln, Rutil fehlend oder spärlich, Calcit, Siderit, skelettartiger Adular, rosa blätteriger Baryt, Strontianit. **L**: Wi 3. **Sa**: Zü 1715. Sel. IVa. nahe bei V. Szepterquarz mit seltenen, ganz schwachen amethystfarbigen Streifen, daneben Rutil ssp. auf Quarz, Limonit, Hämatit ssp. V. In las vals, 250 m Höhe, über dem Cornerabach, 40 m von IVa, hellbrauner Quarz, selten mit Anhydrit und Amethyst, Hämatit mit Rutil. Westseite*: VI. Nördlicher Teil des Schieferzuges, nördlich der Hütte von Cavradi, am Rhein von Cornera: Quarz, Hämatit mit wenig Rutil, klarer weißlicher, zum Teil gr. Adular, Turmalin. VII. Nahe nördlich der Hütte am Weg: Hämatit mit Rutil, Quarz farblos. Unbekannt, aber wohl bei VII oder VIII. Quarz mit weißen Rutilhaaren, dunkelblauer Anatas. [Ferner hier oder bei III dünne Tafeln von Hämatit mit sehr breitem Rutil, Calcit $(10\bar{1}1)$, Albit ssp., kl.] VIIIa. Zwischen VIII und IX: große Adularskelette wohl mit den Mineralien von VIII. VIII. Unter der Hütte, große Schutthalde: Hämatit mit Rutil, Baryt usw. IX. südlich der Hütte ähnlich wie III. Hämatit zum Teil in Quarz, Rutil sp., größere Quarzkristalle, Turmalinnadeln im Quarz, Turnerit, Siderit zu Limonit verwittert, Xenotim ssp. (Sammlung Seligmann?). Wi 10. — Stufen von Cornera, Cavradi sind in allen größeren Sammlungen. Die genauere Ermittelung des Fundortes ist schwierig. **L**: Ra 1, p. 436,

416, 417. Wi 3 und 10. Ke 1 bei den einzelnen Mineralien. X. Ein unbekannter, vor etwa 1840? erschlossener Fundort, wohl auch bei Cavradi (alte, sicher unrichtige Bezeichnung: V. Nalps), hatte folgende Assoziation: Hämatit (1b), mit stark glänzender ebener Basis, auf der Rutil gesetzmäßig angeordnet; mit $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}0)$. — Albit (1), zum Teil klar, öfters nach Periklin- und Albitgesetz verzwillingt. Die ganze Stufe von Calcit mit kleinen verzerrten Grundrhomboedern überkrustet. Von dieser oder benachbarter Stelle wahrscheinlich die (Sel 3) beschriebene Stufe mit Xenotim.

8⁰. Wie 7, seltenere Mineralien ssp. — **Quarz.** — **Hämatit**; in I: (Sel 3) $(0001)$ $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(22\bar{4}3)$ $(10\bar{1}1)$. In III: (Sel 3) $(0001)$ $(22\bar{4}3)$; $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}2)$. In IV: H 1 und H 2, mit Rutil sp. — Adular, in I, III. — Pyrit, in IV: H 1. — Desmin, nur in III. — Anatas, nur in IV: H 2, sp. — Calcit, im Habitus ähnlich der Paragenese von Cornera, aber meist flächenärmer, auch korrodiert. — Albit, nur in I. — Muskovit, nur in I. I. Gorpibach zwischen Viesch und Laax. **L**: Fe p. 327. Sel 3. Hi I, p. 1823. Auch sonst mitunter im Zug der Glimmerschiefer (?) oder mylonisierter Granitaplite? nördlich des Rhonetals von Münster bis Viesch, z. B. II, Wolfbach bei Niederwald. **L**: Gro 1, p. 78. III. Bächital bei Reckingen. **L**: Sel 3. IV. nö. P. Seranastaga bei Vals-Platz. **L**: Koe 6, p. 20 (1).

8a. (Bezüglich der eingehenderen Beschreibung sei auf die Literatur verwiesen.) **Quarz** (1—2), z. T. Rauchquarz, selten von Anatas überzogen. **Sa**: By. — Adular (1), reichlicher und kleiner als in 8. — Hämatit (2—3), mit Rutil (2) und Magnetit verwachsen, Habitus wechselnd, vgl. Lit. — Magnetit (2), H 1. — Rutil (2), größer, zum Teil frei auf dem Gestein (Bau. 7), Des 1, zum Teil mit Hämatit (H. Baumhauer) oder mit Magnetit (G. Seligmann) gesetzmäßig verwachsen. — Anatas (2—3), äußerst flr., im Habitus wechselnd, vgl. Lit. (nachzutragen noch A. Henglein, Verh. nat.-med. Ver. Heidelberg **10**, 5, 1907). — Calcit, sp. oder fehlend. — Ilmenit (2), flr., vgl. Lit. — Turmalin (2), H 3, doch statt $(01\bar{1}2)$: $(50\bar{5}2)$. — Muskovit (3), sp. — Chlorit (4), sp. I*. Streifen Kollergraben bis Gorb, A. Lercheltini, Binnental. **L**: Hi 1, I, 1571—1576, 1603, 1822 usw., ferner das Buch von Desbuissons (**L**: Des 1), wo die ganze Literatur und Fundorte aufgeführt und die Mineralien photographisch abgebildet sind. **Sa**: Alle größeren Sammlungen. — 8b wie 8a, dazu Monazit (2). I*. A. Lercheltini. **L**: De 1, p. 71. — 8c wie 8a, dazu Xenotim sp. (2). I*. A. Lercheltini. **L**: De 1, p. 70.

8′. **Magnetit**, H 1. I. Unter A. Muott, V. Cornera, auf Magnetit führender Schicht, die wohl metamorphen Rest eines früheren Erzganges enthält.

8″. **Magnetit** (1), H 1. — Turmalin (1), schwarze dünne Nadeln. I*. Barbarera, Unteralptal, in Grenzgestein der Tremolaserie.

9. **Quarz** (2). In I, II, III: H 1. In IV: H 2 mit $(40\bar{4}1)$ $(60\bar{6}1)$. Tessinerhabitus (vgl. p. 45). — Albit (1). In I und Ia: als Albit mit vorherrschendem (101) $(1\bar{1}0)$, mit vielen feinen Zwillingslamellen. In II: weiße Albitkristalle (110) am stärksten ausgebildet. In V und VI: ssp. — Turmalin (2), H 4, selten H 1, zum Teil auf und in Quarz, schwarze lange Nadeln; am schönsten ausgebildet in I. In IV: H 4, dunkelbraun. — Muskovit (3), nur in II und IV. — Pyrit, ssp. In IV: H 1, stark verwittert. In ?: zu Limonit umgewandelt. — Adular (1), sp., kl. In IV: gr., schlecht kristallisiert. — Siderit? (2) und Mesitin? zu Limonit umgewandelt. — Calcit (3), sp. — Anatas, nur in V und VI: sp., H 1, dunkelblau. — Chlorit (4), gelbgrün, ssp.; in VI: dunkelgrün.

— Rutil (2), ssp. oder fehlend. In Ia: häufiger als Sagenit und in feinen Nadeln im Quarz. **I***. Östlich von Piorasee bei Airolo, etwa 100 m höher als See. **Ia***. nahe neben I (A. L. 14, „Mte. Scuro"). **Sa**: Ba. 50 m von I und Ia fehlt in den Mineralklüften schon Turmalin. Die wenig Biotit, viel Muskovit führenden Schiefer zeigen zum Teil porphyrische Orthoklase mit einigen Kontaktneubildungen. Nach L. D. Krige (Éclog. geol. helv. **14**, p. 573 u. 574) wären es mylonitisierte Orthogneise. II*. 1 km östlich von I, nö. vom Passo 2291; 2100 m ü. M.; V. Piora. **Sa**: Zü, WS. 4397. IV*. Östlich vom Gletscher von Cavagnoli, etwa 2500 m ü. M. In quarzreichem, Turmalin führenden Glimmerschiefer, der an Lebendungneis grenzt, südlich vom Kalkglimmerschiefer, nördlich von Gha. di Cavagnoli. V. Cavorgia bei Sedrun. VI*. Am Bach von V. Nalps bei Perdatsch da Stiarls. — 7 [10].

10. **Quarz** (1), H 1—H 3, vgl. p. 45 Anm. 1. — Turmalin (1—2), braune Nadeln. — Chlorit (3), dunkelgrüne halbkugelige Aggregate. I*. Cabanna bei Laghetti Naret, V. Maggia. **L**: Koe 2, p. 513. II*. Im Talkessel südlich unter Passo Campolungo. **L**: Koe 2, p. 513.

11. **Quarz** (1), H 1, mit großen, etwas matten steilen Rhomboedern und Trapezoedern. — Disthen (1b), auf Quarz in grünblauen langen schlecht ausgebildeten Säulen. — Adular (1—2), H 4, gedrehte Flächen, kl., Parallelverwachsungen weiß. — Muskovit, weißgrün, H 1, auf Quarz. — Chlorit, dunkelgrün, zum Teil Ripidolith, große Blätter. — (Calcit, H 1, gr., wohl von hier?) I. Riale di monti bei Airolo, linke Bachseite, oberes Ende der Schlucht, schwer zugänglich, Disthenglimmerschiefer, unteres Glied der Tremolaserie, Übergang zu IIIb.

## Basische Eruptiva.

### IIIa. Syenit mit Gängen und Nebengestein.

1. **Adular** (1a), H 1 und H 2 einfach und Zwillinge nach (021), selten nach (001); oft nach (101) abgeplattet, so besonders in XIV. Häufig tritt auch der Adular in langen Parallelreihen auf. In VI: Einzelkristalle, kl., H 1, von Chlorit bedeckt, mit Quarz verwachsen. In V: ziemlich groß, klar, H 2, meist Zwillinge nach (021). In XII und XIIa: kl. — **Quarz** (1b). Meist H 1, doch daneben in der gleichen Kluft oft auch H 2 mit sehr großem matten ($5\bar{1}\bar{6}1$)$. manchmal auch Kristalle, die nur H 1 mit kleinem ($11\bar{2}1$) zeigen, vorwiegend in I, Ia, Ib, IXa. In VII, VIII: besonders groß. In IV: sog. korrodierte oder „zerfressene" Quarze häufig. Ob sie durch Lösung korrodiert oder im Wachstum durch Chlorit gehindert sind. läßt sich vorläufig nicht entscheiden: (Ra 6) H 1 mit ($11\bar{2}2$) ($81\bar{9}7$) ($9. 1. \overline{10}. 8$); manchmal sind hellere kleinere Kristalle eingewachsen in Lücken (Gro 1). In Ia: nach einer Nebenachse gestreckt mit ($51\bar{6}1$). In VII und VIIa: gelbbraunen Chlorit einschließend mit napfförmigen irisierenden Sprüngen, die ebenso in XII auftreten. In IXa: sehr dunkle Kristalle. H 1 — H 2. mit großem matten ($51\bar{6}1$), auch gewundene Kristalle häufig; kleinere Kristalle zeigen: ($10\bar{1}0$) ($10\bar{1}1$); ($51\bar{6}1$) ($31\bar{4}1$) ($07\bar{7}1$) ($11\bar{2}1$) ($30\bar{3}1$) ($0, 10, \overline{10}, 1$). In XIV und VII: Adular und Quarz vorwiegend, die andern Mineralien zurücktretend. In XII: Chlorit auf Quarz aufgewachsen. In XIIa: Die von der Decke der Kluft herabhängenden Rauchquarze sind klar, die am Boden aufgewachsenen sind von Chlorit erfüllt. — Sphen (2), rötlich gelb oder gelb, randlich rotbraun. In VI und XII:

größere, nach der b-Achse langgestreckte Kreuzzwillinge nach (100). In VI: meist lose in Chlorit: (Koe) (102) (100); (021) (111). In XII: auf Quarz aufgewachsen, ähnlich wie in VI, aber kleiner. In XIIa: durch Fehlen von (111) seitlich etwas mehr zugespitzt. In XIII: fehlend. — Hornblende, Amianth (1a), weißlichgrün, kurz, auf den Stufen frei aufgewachsen. — Apatit (1b), sp.; in II oder V?: häufiger (Ra 1, p. 427) (0001) (12$\bar{2}$1) (10$\bar{1}$1) (10$\bar{1}$0) (20$\bar{2}$1) (11$\bar{2}$0) (12$\bar{3}$1) (13$\bar{4}$1). In VI, IX, VII: sp. — Calcit, sp. (2b), derb, z. B. in XIIa: tafelig nach (0001) in vielen Fundorten; öfters beides in derselben Kluft. — Chlorit (3), grün, sp. — Pyrit (2), ssp., kl.; reichlich in V: H 1. — Epidot, sp. — Galenit (2—3): sehr selten und ssp. — Pyromorphit (?), nur aus L: Weber p. 144. — Wulfenit, äußerst selten, nur bekannt aus L: Weber p. 143. I*. Calmot, V. Strim und Ia, etwas höher, h. L: Lar 1, p. 237, oberhalb „Tavetsch". Sp. 1 „q" und „C". Ib. Fuß des Piz Ault, V. Strim. II*. Gipfel des Schattigen Wichel, Etzlital (N. K.[1]) III, 27), vollständige Assoziation. L: A. L. 10? IIa*. Westwand des Schattigen Wichels (N. K. III, 33). Dieser und die andern Fundorte am Schattigen Wichel wurden zum Teil von den Verkäufern früher als „Etzlital", „Krüzlital", „Tavetsch", Crispalt usw. bezeichnet. III*. Am Fuß der Ostwand der Giufstöcke, am Giufsee. IIIa*. 2. Crispalturm nach Crispaltlücke, Ostseite. IV*. Westseite des Giufseeli, d (N. K. III, 19). IVa*. (N. K. III, 20), südlich von IV. Für IV und IVa: L: Ra 6. Gro 1, p. 99. IVb*. westlich vom Giufseeli (N. K. III, 23). IV, IVa, IVb vom selben Typus. V*. (N. K. II, 5) und VI*. beide auf der 2. Muotta im Giufgletscher (N. K. III, 15), d. VII. Hälsengrat (große Rauchquarze, Sa: Ber) und farblose Quarze. VIIa. P. Giuf (N. K. III, 38), d. VIII*. Roter Wichel, h. IX*. Liegende Gand, S. vom kl. Mutsch, d. IXa*. Nordwestwand des kleinen Mutsch, etwa 100 m unter Gipfel, sd. X*. Unteres V. Cavadiras in Syenitgang im Gneis, h. XI*. V. Val, h. XII*. Giufgletscher an Wand des Roten Wichel (N. K. III, 7) und XIIa. 20 m von XII (N. K. III, 22), d—h. Von VI, XII, XIIa: Sa: Zü 6132—6147. Mü „Krützlital". XIII*. Am Wissen, 80 m über Boden des Fellitals. XIV*. Zwischen 2. Crispaltturm und Kalkspatlücke (N. K. III, 38). — 25 [30]. — 1' wie 1, dazu Scheelit, ssp. (2), klar, in I: gr. (C. Schm.) (111) (101) (131) [(102)]; in II: (Koe) wie in I. — Apatit (1b), reichlicher. — Desmin (3), sp. I*. Liegende Gand am kl. Mutsch, 2412 m ü. M., Etzlital, d. L: C. Schm. 2. Sa: Ba—By. II*. 1. Muotta im Giufgletscher, d. III. 2. Muotta im Giufgletscher, d. — 3 [4]. — 1'' wie 1, dazu Fluorit, sp., hellgrün, kl., H 1, auf und in derben Tafeln von Calcit mit Rauchquarz und Adular, Habitus und Mengenverhältnis wie 1. Die andern Mineralien sp. bis ssp.* Südlich unter Grat zwischen Rotem und Schattigem Wichel (N. K. III, 37).

2. **Adular** (1a); in IV: sp., verzwillingt nach (001); in IVa: vorwiegend, meist Zwillinge und Drillinge nach (021). — **Quarz** (1b); in IV und II zum Teil gr., H 2, mit großen (51$\bar{6}$1), und große gewundene halboffene Kristalle. — **Calcit** (3), meist in Tafeln mit (0001); in II: vorwiegend in recht großen (bis 50 cm) ziemlich klaren Spaltstücken. — **Epidot** (1a), besonders reichlich in III, IIIa, IV, V; meist in Reihen, selten in Quarz eingewachsen (Wi 5). — **Sphen** (2), fehlend in VI. — Apatit (1b); in VIII: besonders reichlich, (Koe): H 1, ohne (10$\bar{1}$2), mit (11$\bar{2}$1); (31$\bar{4}$1); (21$\bar{3}$1) (20$\bar{2}$1) (11$\bar{2}$0) (flr.!), zum

[1]) N. K. bedeutet die Kartenskizzen auf der Tafel, und zwar für den Syenit die Skizze III, für die Amphibolite des nördlichen Hang des Maderanertals Skizze I, in der mittleren V. Strim Skizze IV.

Teil gr.: ebenso in IV: reichlich (Koe): (**0001**) (10$\bar{1}$1) (11$\bar{2}$1) (10$\bar{1}$0); (20$\bar{2}$1) (11$\bar{2}$0) (21$\bar{3}$1) flr. und (**0001**) (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$1); (20$\bar{2}$1) (21$\bar{3}$1) (31$\bar{4}$1). — Hornblende, Amianth (1a), grün, in wechselnder Menge. — Chlorit (5). — Pyrit, sp., meist H 1; in II und III: reichlicher; in III: (210) (100) (111); in IV: H 1, stets mit brauner Limonitkruste. — Desmin, nur in IV: H 1, kl., weiße, einzelne Kristalle, zusammen eine Kruste bildend. I*. Kleiner Mutsch, Etzlital, d. **Sa**: Mü. **II***. Kalkspatlücke, V. Giuf, d (N. K. III, 12). III unter II. d (N. K. III, 13). **L**: Wi 9. Sp. 1 „C“ und „C$^n$“ in Val Giuf. II oder III: **L**: Gro 1, p. 35 „Tavetsch“. IIIa*. (N. K. III, 9) auf 1. Muotta. IV*. zwischen 1. und 2. Muotta im Giufgletscher durch Syenit und melanokraten Gang (N. K. III, 4), d (hier der einzige Datolithkristall, vgl. unten). IVa*. 2. Muotta (N. K. III, 11). V*. ö. 3. Muotta (N. K. III, 8). VI*. Tobel bei S. Sebastian in metamorphem Dioritporphyrit (?). VII. Roter Wichel, d. VIII*. 2. Muotta im Giufgletscher (N. K. III, nahe vor 5). — 8 [15]. — 2′ wie 2, dazu in geringen Mengen eines der Bormineralien: Danburit (5): (Koe) (**120**) (**010**) (100) (110) (142); (121) (101), vielfach durch Vizinalflächen ersetzt, vgl. Koe 3, zusammenhängende Krusten bildend, mit Desmin und auf Rauchquarz. Der Danburit schließt Amianth ein. Westseite des kleinen Mutsch am Gipfel, Etzlital (nicht P. Ault). **L**: Koe 3. — Datolith, in einem Kristall an der Fundstelle (2, IV) der 2. Muotta im Giufgletscher (vgl. Weber p. 144). — Axinit (3); in I: (**1$\bar{1}$1**) (001) (101); (111) (201) (110) (1$\bar{1}$0), auf Quarz und auf Adular, zum Teil mit Prehnit verwachsen, hellviolett. — Prehnit (3); in I: gut ausgebildete kleine Kristalle (**001**) (110) (100), klar. — Epidot (1), nur in I: hellgelbgrün, in flachen Stengeln. — Albit als Periklin, nur in I: weiß, kl. — Quarz, nur in I: H 1, mit (51$\bar{6}$1) I*. Großtal bei Realp, in biotitreichem Syenit. II. Lötschental, mit Calcit (10$\bar{1}$1) (0001), Adular H 4, Chlorit, Desmin. **L**: Bach. — Analog dem Großtalvorkommen, doch Sphen und Apatit sehr sp., das von Vernis und von Auris, beide bei la Balme, Dauphiné. Gro 2. — Epidot überwiegend: Cime du Cornillon. **L**: Gro 2.

3. **Calcit** (3—4); in I: (**0001**); (40$\bar{4}$1), hellgelb, dunkelgelb, durchsichtig; seltener (0001) (02$\bar{2}$1) oder Ia: (0001) (10$\bar{1}$0); in IIIa: sp. — **Quarz** (2), H 1; in I: H 1, zuweilen mit (01$\bar{1}$2) (10$\bar{1}$2); in Ia: H 2, wobei (51$\bar{6}$1) groß matt. Prismenflächen zuweilen im Wachstum gehindert. Vorwiegend in IIIa und IIIb. — **Adular** (1), in I: H 2 mit (100), ohne ($\bar{2}$03) und ($\bar{1}$11); in IIIa und IIIb: sp. — Epidot (1), nur in I (Lued): (001) ($\overline{26}$, 0, 25) ($\bar{8}$05) (302) ($\overline{13}$, 0, 6) zw. — Chlorit, Amianth (1), nur in I. — Galenit, sp., nur in IIIa. Die andern Mineralien von 2 (wie Apatit usw.) kl. und sp. bis ssp. — **Zeolithe** (4): Desmin (4a), H 1 mit ($\bar{1}$01); in I: in großen Kugeln, zum Teil Amianth einschließend. Fehlt in II, III, IV. — Chabasit (4a), H 1 und H 2; in II: vorwiegend an Menge, alle andern Mineralien kl. und sp. In I: sp.; in III und IV, IVa, VII, V: fehlend; in IIIa und IIIb: gegen die andern Zeolithe weit vorwiegend; in Ia: gr., schön ausgebildet, gelblichweiß. — Skolezit (4b), nur in I: (Lued) H 3, weiß, büschelförmig, sehr groß, zum Teil Calcit durchbohrend, verzwillingt, n. (100). — Heulandit (4b—4c), gr., meist verzerrte gekrümmte Flächen (**010**) (201) ($\bar{2}$01) (001); [(110)] oder [(021)] und H 1; in Ia: grün durch eingewachsenen Amianth. Fehlt in II, V, VII. — Laumontit (4b?), nur in III und VII; in III: mit Desmin, H 1; in VII: sehr fein auf großem Quarz. — Prehnit (?), ssp. — Apophyllit (4c), sp., weißlichrosa, kl., nur in I: H 1 auf Calcit, der H 6 (ohne (01$\bar{1}$2)) zeigt; zum Teil von Skolezit getragen, oder als Kruste

nur mit (111). **I***. Skolezitkehle, Nordwestwand am Gipfel des Schattigen Wichel, Etzlital (N. K. III, 25). **L**: C. Schm. 1; Lued 1, 2, 3; Ke 4; Wi 3?; E. Schm.; Gro 1, p. 123. **Sa**: Zü 3014, 3087, 3026, 3088 usw. Ber—Ba—By—Pa II—B. In Nähe von I: Ia*. (N. K. III, 26), d; die Zeolithe zum Teil grün durch eingewachsenen Amianth. **Sa**: Zü 3023, Desmin. Ib. Wand des Roten Wichel an Giuflücke, d. II*. Chabasit vorwiegend; 3. Muotta im Giufgletscher (N. K. III, 16). **L**: Wi 2? III*. 50 m südlich vom Gipfel des Schattigen Wichel, d (N. K. III, 28'). **L**: Wi 12? IIIa*. Westwand des Schattigen Wichel (N. K. III, 36). IIIb. nö. IIIa. (N. K. III, 35). IV*. Von Zeolithen nur Heulandit: unter Crispaltlücke, Seite von Val Val. IVa*. von den Zeolithen Heulandit vorwiegend: Westwand des Schattigen Wichel (N. K. III, 35, sw. v. 36). — Von Zeolithen nur Desmin: V*. am Fedenstock, Höhe der Fedenlücke, südlich vom Gipfel. Va. am Giufseeli (N. K. III, bei 23). VI*. etwa 50 m östlich von Fellitallücke gegen P. Tiarms, in schmalem Syenitstreifen. VII. Helsengrat, nur Laumontit und Desmin. — 14 [20].

3'. **Quarz** (2), vorwiegend in II, III, IV, VI; in II: H 1 und H 3; in IV: korrodiert. — **Adular** (1); in I: (Bu), H 4, seltener mit (001), Zwillinge nach (021). Wenn einfache Kristalle, so häufig mit alternierendem (001) und (101). Reihen parallel (100), auch Drillinge und Vierlinge. In II: (Koe), H 1 mit (130), Zwillinge wie in I, klar, groß. — Epidot, besonders in IV, zum Teil korrodiert. In II: (Koe) einzelne dickere Reihen || c-Achse, die $(\bar{1}01)$ (100) (001) $(\bar{3}04)$ $(\bar{1}11)$ zeigen, wobei $(\bar{1}01)$ groß aber schlecht ausgebildet und oft in derselben Reihe durch verschiedene Vizinalflächen ersetzt ist. Eine andere Reihe zeigt: $(\overline{11}.\ 0,\ 9)$ (100) (001) $(\overline{13},\ 0,\ 6)$ $(\bar{3}02)$ $(\bar{8}05)$ $(\bar{1}11)$. Der Brechungsindex $n_g < 1.74$, also kein eisenreicher Epidot. — Desmin; in II: H 1—H 2, weiß. — Milarit $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}1)$ (0001) $(10\bar{1}0)$. In I, II, VI: $(11\bar{2}0)$ (0001); $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$. In II: Chlorit und Amianth einschließend und dadurch grünlich. In III, V: auf Quarzkristall. — Hornblende-Amianth in Milarit in II. — Pyrit, sp.; in II: gr., gebrochen. — Calcit, in II: tafelig nach (0001), große Tafeln zu Zellen verwachsen, Zwillinge nach $(01\bar{1}2)$. — Apatit, sp. — Sphen, sp. — Alle Klüfte durchsetzen den Syenit und gleichzeitig meist einen Aplitgang; nur bei II war das nicht sicher festzustellen. I*. Gletsch am Rhonegletscher, in dioritisch-aplitischem Gestein. **L**: Bus 1. Der dort beschriebene Apatit vom Rhonegletscher gehört wahrscheinlich zu einer Stufe aus dem Urserengneis (I, 6a (IIIa)); beide Fundorte wurden gleichzeitig von demselben Kristallsucher in Gletsch ausgebeutet. II*. Piz Ault, V. Strim, d. **L**: Sel 3. **Sa**: Mü—Sel—Lon—Pa II. Der Milarit auf der einen Seite der flachen Stufen, die andern Mineralien auf der andern Seite. Das Gestein ist zum Teil zu Biotitgneis metamorphosierter Syenit. III. 1. Muotta im Giufgletscher, d (N. K. III, 3). **Sa**: Bud. IIIa. an Crispaltstöckli sw. v. 3'' (I). IV. Giufstöckli (N. K. III, 21), d. V. Neben Kalkspatlücke (N. K. III, 14). VI. In aplitischer Fazies des Syenit: kl. Mutsch, w. v. Gipfel. VII. Unter der „liegenden Gand" am Mutsch, d. — Die Literaturangaben Ke 2 und Ku (und Wi 25?) beziehen sich auf einen steinschlaggefährlichen Fundort ob der 2. Muotta des Giufgletscher, der vielleicht mit V identisch oder ganz nahe dabei liegt. **Sa**: Zü 8974. — 8 [15].

3''. **Adular** (1a), meist klein, schlecht ausgebildet. In I: H 4, oft mit (100); herzförmige Berührungszwillinge nach (021), zum Teil korrodiert. — **Quarz** (1b), kl., stets, auch in 3000 m, nur schwach gefärbt; in I: H 1, bisweilen H 3, kl.; in II: vorwiegend

gegen die andern Mineralien. — Milarit (3), (11$\bar{2}$0) (10$\bar{1}$1); (10$\bar{1}$0). In III: mit (0001); oft je zwei Kristalle unregelmäßig verwachsen. — Chabasit (2), H 1, kl. — Desmin (2), sp., in III: H 2. — Apatit, kl., sp., nur in I und III. — In Apliten: I*. Wand nördlich Crispaltlücke (N. K. III, 1), V. Giuf, h. II*. ö. v. Crispaltstöckli (N. K. III, 1′), h. IIa. (N. K. III, 1″), h. III*. 1. Muotta im Giufgletscher (N. K. III, 2), h. L: Weber p. 143. IV*. Oberhalb der liegenden Gand am Mutsch, d. V. Nördlich Gipfel Schattiger Wichel, s. v. P. 2990 (N. K. III, 28), d.

3a. **Quarz**; in I: H 2 mit (03$\bar{3}$1) (07$\bar{7}$1); in II: H 2, zum Teil braunen Chlorit auf Kristallkern einschließend. — **Adular** wie in 2. In I: vorwiegend Adular, H 1, in langen Reihen und Quarz, die andern Mineralien sp.; in II: Mengenverhältnis normal, etwa wie in 2. — Apatit, sp. — Chabasit (2); nur in III: sp., H 1. — Faujasit (3), H 1, weiß, meist als lose Kristalle in kleinen Haufen in der Kluft (auf Chlorit?); in II: auf Quarz, der (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1); (51$\bar{6}$1) (31$\bar{4}$1) (11$\bar{2}$1) (07$\bar{7}$1) [(03$\bar{3}$1)] zeigt. I. Roter Wichel (N. K. III, 18), h. L: Weber p. 143. II. Zwischen Rotem und Schattigem Wichel (N. K. III, 18′), in der Nähe der Lücke, d. III*. Oberhalb 3. Muotta (N. K. III, 18″), d.

**4. Quarz** (2b), zum Teil groß. Die Kristalle kleiner und mittlerer Größe Anhydrit (1) von H 1 einschließend. Der Anhydrit findet sich auch im Quarzband. In V: H 1 oft mit großem (51$\bar{6}$1) und mit (11$\bar{2}$1), selten gewunden. In I: H 1. In IIb: H 1, (10$\bar{1}$1) und (51$\bar{6}$1) mit Chlorit überzogen. In IIa: H 1, zum Teil mit gr. (51$\bar{6}$1), auch H 3 und [(0, 10, $\overline{10}$, 1) (0, 11, $\overline{11}$, 7) (0, 7, $\bar{7}$, 5) (0, 23, $\overline{23}$, 16)]. In IIa′: H 3 mit vielen schmalen Nadeln. In III: farblos, H 1, Rhomboeder (10$\bar{1}$1) mit Chlorit überzogen. Der Anhydrit sehr groß mit (001) (100); (010), ferner stark gestreift (101). Die Quarzkristalle sind zum Teil zweispitzig und gewunden ausgebildet. In diesen liegend gebildeten, nicht auf der Stufe aufgewachsenen Kristallen ist kein Anhydrit eingeschlossen. In VIIIb: H 1 und H 3 mit (0, 10, $\overline{10}$, 1) (50$\bar{5}$1), auch zerbrochene und ausgeheilte Kristalle. Der Anhydrit war hier am Ende der Quarzperiode noch erhalten, war dagegen schon beim Beginn der Zeolithbildung ausgelaugt, da die Zeolithe zum Teil in den Hohlröhren im Quarz auskristallisierten. Bezüglich Nachweis von Anhydrit in IIb vgl. L: Koe 7, p. 49. — **Adular** (2a), mitunter Anhydrit (1) einschließend. In I, IIa, IIa′, V, VII: ssp. In IIb: H 1, zum Teil klar. In III: große korrodierte oder wohl eher im Wachstum gehinderte klare Adulare. In VIII, VIIIa, VIIIb: ssp. — Chlorit (4), sp., grün. In III: außerdem gelber Ton. — Zeolithe (3), meist Desmin, ssp. In IIb: kleine, gut ausgebildete Einzelkristalle. In VI: Desmin alle andern Mineralien überwiegend. In VIIIb: Chabasit, H 2, zum Teil in den Hohlröhren des Anhydrits. — Hämatit, ssp., meist Blätter, nur in I, IIa, IIb, VIIIa. In I: als Eisenrose mit Chlorit überzogen. — Albit, sp., nur in VIIIa und VIIIb. — Epidot, ssp., in IIa und IIb. — Calcit; z. T. sp.; in IV: tafelig. In III: groß korrodiert (10$\bar{1}$1?). — I*. Straße von Gletsch zur Furka bei P. 1995, 30 m nö. von I, 10 (III), h. IIa*. Ostseite, Fedenstock. Etwa 300 m unter Fedenlücke nach NO.-Hang v. V. Val, h—d. IIa′*. Etwa 100 m höher als IIa, in derselben Kehle, d. IIb*. Westseite des Fedenstock oberhalb Murmetsbühl, mehrere Fundorte unter der Fedenlücke gegen Fedenstock und s. v. Sy gegen Fedenälpler P. 2970, h—d. III*. SO. von Murmetsbühl, Fedenkehle, Fellital, 2250 m ü. M., n. Grenzstreifen vom Syenit. IV*. 1. Muotta im Giufgletscher (N. K. III, 10), noch im Syenit, d. V*. Bauns, V. Strim, h. Sa: Sel. VI. Nuossa Dunnaun, rechte Seite vom Val Milar gegen Culmatsch. VII*. V. Val (Gämmertal), Ostseite, h. VIII*. West-

wand des Schattigen Wichel, h—d (N. K. III, 30). VIIIa*. südlich VIII (N. K. III, 31). VIIIb*. nö. von VIIIa (N. K. III, 32). — 12 [15].

4'. **Quarz** (2), häufig, aber nicht immer, Anhydrit (1) einschließend, H 3. In I: H 1. selten $(51\bar{6}1)$; $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}1)$ mit Chlorit überzogen. — Anhydrit (1), in kannelierten Säulen. die außer (001) (100); (010) öfters noch schmale Prismenflächen (011) zeigen, ist meist entfernt, da die Nadeln von außen ausgelaugt wurden. Nur Bruchstücke, die an beiden Enden im Quarz ganz eingeschlossen waren, blieben erhalten. In Ia: in sehr langen dünnen Nadeln. — Desmin (3), in I und II: weißlichgelbe Halbkugeln. In II auch mit $(\bar{1}01)$. dicke Krusten auf Quarz und im Quarzband und auf Muttergestein, zum Teil in einigen Hohlräumen der Anhydritnadeln. — Chabasit (3), H 1; nur in I. — Chlorit (4), grün, hauptsächlich in Ia. — Hämatit (2), sog. Eisenglimmer; nur in Ia auf Quarz, seltener in dickeren Rosetten, und in einer Kluft nahe bei II. — Adular (1—2), sp., nur in II (?), H 1 nach (001) verzwillingt. — Apatit, ssp., nur in I. **I*** und Ia. Haberflueh gegenüber II auf der Nordseite des Rientals bei Göschenen. **L**: Wi 5? und 17. **Sa**: NY—Zü. **II***. Rätzenkehle an der Einmündung des ersten Baches (von unten gerechnet), auf der Südseite des Rientals. **L**: Gro 1, p. 241. **Sa**: Str—Zü 2420, 7447—Sel—Ber.

5. **Adular** (1a), einfache Kristalle, weißlich, H 4, oft mit gedrehten Flächen. Selten H 1; dann z. B. in III: sehr häufiges Alternieren von (001) und $(\bar{1}01)$, das eine Art Ausgleichsfläche, etwa $(\bar{1}02)$ entsprechend, ergibt; dies namentlich wenn Chlorit oder Amianth eingeschlossen. In IX: klein, weiß. In XVII: fehlend. — **Quarz** (1b), H 1. In I: Chloriteinschluß. In XII: ssp. In IX: kl. In VIa: korrodiert, vereinzelte Amethystkristalle. In VIII: vorwiegend gegen Adular, schließt braunen Chlorit ein. In II: vorwiegend, auf $(10\bar{1}1)$ grüner Chlorit, H 1 und H 3. In III: In der Spitze Chlorit einschließend und unvollständiges Wachstum zeigend. In XV: fehlend. In VI': korrodiert, hellbraunen Chlorit einschließend, mit napfförmigen Sprüngen im Innern, H 1 und H 4. — Amianth (1—2), sp.; in IV, V, VI, VI', VIII. Sonst fehlend. In IXa: ssp. In VI': hellgelbgrün. — Sphen (2), gelbbraun in verschiedenem Habitus, oder wenn fleischfarben in Briefkuvertform; in wechselnder Menge. In XIV: graugelbrot wie bei Hes. 7 Forts. In V: fehlt. In I: (102) $(\bar{1}12)$ (021) (001) (100), meist sehr dünne Tafeln, einfach und verzwillingt nach (100), bisweilen zu Rosetten gehäuft. In IX: (Koe) (**102**) (100) (021); (001) $(\bar{1}12)$ u. (Ra) H 8. In VIII: sp., gelbbraun. In VIIIa: rot. In II: ssp., kl. In XV: hellgelb, Zwillinge nach (100) mit (**102**) (100) (001) usw. In VI: vorwiegend; grasgrün und gelbgrün mit roten Spitzen (b-Achse), meist nach (100) Berührungszwillinge; (Koe) (**102**) (100) (001) $(\bar{1}12)$ (011): (010) (310) und? (Ra 1) (**100**) (102) $(\bar{1}12)$; (111) (021). In VIb: hellgrün: (Koe) (**102**) (**100**) $(\bar{1}12)$; (110) (111) (021). — Chlorit (2—4), in wechselnder Menge, hellgrün. In IX und IXa: schwarzgrün. In VIIa: hellgrün auf Adular und gelbbraun in Quarz. In VIb: braun. In VI und VI': zum Teil in, zum Teil auf den Mineralien. — Calcit (3), sp. oder fehlend. In IX: (Ra) häufig, groß; $(10\bar{1}1)$, auch Berührungszwillinge nach (0001) mit Chloriteinschluß, bisweilen auf der andern Seite klare Skalenoeder, H 1 mit schmalem $(03\bar{3}2)$. — Epidot, nur in IX. — Desmin, nur in XI. **I***. Risseten, oberes Ende der ersten Rüfe der Rothlaui, Guttannen. **L**: Wi 14. **Sa**: By. II*. Unteres Lungerntal. III*. Nördliche Seite des Fruttlauistockgipfel im Maderanertal. IV*. Bristenstock am unteren Ende des

Bristenfirn. IVa*. NO.-Grat des Bristenstock über dem Bristenfirn. V*. Zwischen Steinstock und Bristenstock. **VI***. Ostwand des Culmatsch, V. Milar. Ein Teil des Sphen aus dem „Tavetsch", der 1840—1870 gefunden, kommt von hier; jetzt verschüttet. **L**: Vo p. 158 (?). VI'. 3 m unterhalb von VI, Verlängerung der oberen Kluft, h. VIa*. Im Gangestein unter S. Sebastian in V. Giuf. VIb. Unter A. Chischlé, oberes Ende des Tobel oberhalb Zarcuns bei Sedrun. VII*. Steinalp, Etzlital und VIIa*. Steinstock gegen Roßbodenstock. In von Granitporphyr angeschmolzenem Dioritaplit. VIIb. Etzliboden unter A. Klüsern. VIII*. Oberes Grieserntal. N. K. I, 7, Sphenbalm. VIIIa*. Lungerntal. **Sa**: Str. **IX***. Ruseinerbrücke bei Disentis, wohl zusammenhängend mit Fundort 10 (I), (1855). **L**: Wi 12; Ra 1, p. 389, 424, 444 (auch „Drun"?); Vo p. 120. **Sa**: Zü 4448—4452, 5938, 5943. IXa. „Sumvix" oder „Rusein", Tobel? zwischen Disentis und Sumvix an der Straße. **Sa**: Zü 5135 und 5936 (oder auch von IX). X*. In Aplitgang: Strahlige Stöcke, Maderanertal, steht auch Typus 8 nahe. Xa*. Enges Tobel am Anfang von V. Cavadiras bei A. Cavrein. XI*. Großtal bei Zumdorf. XII*. Militärstraße unter Gratschluchtgletscher an der Furka. XIII*. Fuß des Düssistock am Reisti-Tschingelfirn, Maderanertal. XIV*. V. Giuf auf Syenitaplit, der Paragneis durchsetzt (N. K. II, 29). XV*. Plaunca cotschna, V. Maigels. XVI*. Bristenseeli. XVII. Südseite der Strahligen Stöcke. XVIII. Scheuchzerhorn. **L**: Fel 1, p. 308 (Quarz und Sphen fehlend?). — 25 [50]. — Senninger Klamm, Hollersbach, Salzburg. — Pfunders, Tirol.

**6.** (= 6' von Teil II). **Adular** (1a, und in III auch 2b). Meist einfache Kristalle, weißlich, oft lang nach b, und flach nach $(\bar{1}01)$; H 1, (001) mit $(\bar{1}01)$ alternierend, letzteres überwiegend; oft in Reihen. Bisweilen $(\bar{2}03)$. Wenn mit Amianth, so oft gedrehte Flächen. — In wechselnder Menge. In III: z. T. mit Quarz auf Calcittafeln aufgewachsen, dann oft selbst tafelförmig nach (110) Fläche; ebenso in VII. — **Quarz** (1—2); in I und II: meist H 1, selten mit $(51\bar{6}1)$; daneben auch H 3 — r. u. l. vgl. **L**: Johnsen. In V: sp., zum Teil durch Calcittafeln, die an Quarz auskristallisieren, im letzten Wachstum gehindert. Wenn die Tafeln, die oft teilweise oder ganz den Quarz durchsetzten, entfernt werden, ist der Quarz eben abgeschnitten. Doch ist diese Ebene keine Kristallfläche. In III: zum Teil gr. und klar. In IIa: H 3. In IV: Quarz mit Calcittafeln vorwiegend. In IX: vorwiegend. In IIc: sp. In I, II, IIa, IIb, X: feinen Amianth einschließend. — Calcit (2) und (3), weiße Tafeln. In III: **(0001)** $(10\bar{1}1)$ oder (Ra 1) **(0001)** $(11\bar{2}0)$; $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}2)$ $(02\bar{2}1)$ $(10\bar{1}0)$ oder (Ke 1, p. 313): **(0001)** $(11\bar{2}0)$ $(02\bar{2}1)$ $(01\bar{1}2)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}4)$ $(40\bar{4}1)$ — (0001) $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}0)$ glänzend; oder (Hes. F. 3 und 4): **(0001)** $(10\bar{1}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(40\bar{4}7)$ $(02\bar{2}1)$ $(20\bar{2}5)$ $(03\bar{3}2)$ $(04\bar{4}5)$ $(0, 1, \bar{1}, 10)$ $(10, 0, \overline{10}, 13?)$, z. T. nach $(01\bar{1}2)$ verzwillingt (Vol.). Die Tafeln zeigen trigonale Streifung durch Zwillingslamellen nach $(01\bar{1}2)$. Auf den gr. Tafeln sind bisweilen aufgewachsen kleinere Tafeln derselben Ausbildung in Zwillingsstellung nach $(01\bar{1}2)$ (Ra 1, p. 421). Auch Vierlinge aus einer Haupt- und 3 Nebentafeln, tetraedrische Kästen bildend. Ferner als Fortsetzung der Haupttafel konkordant kleine klare Grundrhomboeder oder (Ra 1, p. 421 und Hes. loc. cit.) $(10\bar{1}1)$ $(21\bar{3}1)$ oder (0001) $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$ oder (0001) $(10\bar{1}1)$ $(11\bar{2}0)$ $(01\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$ $(5, 5, \overline{10}, 9)$ $(11\bar{2}3)$ $(21\bar{3}4)$ $(40\bar{4}1)$ $(31\bar{4}5)$. Auf diesen sitzen dünne kl. Zwillingslamellen nach $(01\bar{1}2)$. — Scheinbare Biegung beruht z. T. auf Zusammenwachsen von zwei Stellen aus. Manchmal sind dünne Tafeln gebogen und zeigen an der Biegungsstelle Gleitlamellen und

ausgeheilte Risse. Bisweilen bilden die nach (01$\bar{1}$2) verwachsenen Tafeln dreieckige Kästen. Die größeren ebenen Tafeln sind öfters mit Quarz und Adular (wohl zweite Sukzession), mit letzterem zum Teil regelmäßig verwachsen. In II und IVa: ssp. In I: Neben und zwischen gänzlich unverletzten Tafeln einige, die um etwa 120° wie plastisch gebogen sind, eine Erscheinung, die schon Hessenberg erwähnt; neben ihnen ebene, dünne unverletzte Tafeln nach (0001). — Amianth (1) von gemeiner Hornblende (1) und (2b), selten grünbraun in dickeren Säulen; meist in feinen Haaren weiß. Auch in Quarz. In IIIa: graugrün. In V, III, IIIa, VI: reichlicher. In III: auf Calcittafeln aufgewachsen, bisweilen kleine Adularkristalle tragend. In I und IX: grünlich, z. T. in Quarz. In IV: dickere schwarze Nadeln an und in Quarz. — Chlorit (3), sp. oder fehlend, grün. In III: zum Teil auf Amianth aufsitzend. — Albit (1a), kl., H 1 und H 5, nur in I, IIa, X, bisweilen mit Adular verwachsen. In II: vorwiegend. Sonst fehlend oder ssp. — Apatit (1—2), ssp. (0001) (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$1) (11$\bar{2}$1). — Epidot (1); in IIa: im Quarz mit Amianth. In IIc: (Koe) (100) [ersetzt durch Vizinalflächen, z. B. ($\overline{14}$, 0, $\bar{1}$)], ($\bar{7}$01), (101) [ersetzt durch (13, 0, 12)], (17, 0, 5), (001) schmal durch Vizinalflächen ersetzt. Endflächen: ($\bar{1}$11) (210) (110) (010) (011) (012). — Galenit (3); nur in II, IIa und III; ssp., H 2. — Wulfenit (4), ssp., nur in II, IIa, III gelblich, selten rötlich. In III: auf Galenit. In II: reichlicher auf Galenit, auf Quarz und auf der Stufe. — Pseudomorphosen von Limonit nach? (wie bei IIb, 4', I, II); nur in IIIa: dort mit Amianth überzogen. — Pyrit, in IIIa u. IV: ssp. — Prehnit, nur in IIb: ssp. — Brookit, ein Kristall auf einer Stufe in IIa. I*. und II*. Unteres Tieftal (Teiftal, Teuflauital) bei Ried, Rüti, Amsteg. II liegt 3 m über I. IIa*. mittleres Tieftal, etwa 1400 m. A. L. 8. **Sa**: By. IIb. Oberes Tieftal, 1920 m ü. M. **L**: zu I—IIb: Greb. Johnsen, vgl. hier p. 12, Anm. 2. A. L. 8. IIc liegt nahe bei I. III*. und IIIa. Anfang des mittleren Grieserntals, Seitental des Maderanertals, rechte Bachseite, mehrere Fundorte. N. K. I, 7'd. **L**: Ra 1, p. 419, dort auch die ältere Literatur. Ke 1, p. 73, 74, 312; Gro 1; Wi 13; Hes. F. 2, 3, 4 (?). **Sa**: Zü—Ber. IIIa*. Unteres Grieserntal. N. K. I, 7'd. IV*. Unteres Lungerntal, Seitental des Maderanertals. N. K. I, 7'a. IVa. Lungerntal. V*. N. K. I, 7'b und VI*. N. K. I, 7'c, beide im Fahrlauital, Seitental des Maderanertals. **Sa**: Zü. VII. N. K. I, 7'e und VIII. N. K. I, 7'f, beide Anfang des oberen Grieserntals. **Sa**: Str. IX*. Gurtnellen, Mariahilfkapelle. X*. Lücke zwischen Gipfel des Bristenstock und rotem Bristen. XI. Im „Jieizel", Goppistein, Lötschental. **L**: Fe 1, p. 352 und 305. — 20 [30]. — Val de la Selle, Dauphiné. **L**: Gro 2. Hochnarr, Rauris. — Senningerklamm, Hollersbachtal, Salzburg.

7. Fehlt, mit 6 vereinigt worden.

8. **Quarz** (2). In I: H 1, selten und ganz klein die Flächen (11$\bar{2}$1) (51$\bar{6}$1) (50$\bar{5}$1) (16, 0, $\overline{16}$, 1). In II: H 1, öfters mit (51$\bar{6}$1), selten (11$\bar{2}$1). — Anhydritprismen (1) mit (100) (001) (010) [(011)] im Quarz. In I: häufiger. In II: sp. — **Rutil** (2), hellgelb. In I und III: meist in Quarz. In I: auch frei als Nadeln auf der Stufe aufgewachsen. In III: lange einzelne Nadeln in sternförmig-sagenitischer Verwachsung. — Desmin (4); in III: H 1. In I: sp. in großen weißen Büscheln. In IV: fehlend? — Epidot (1). In III: zum Teil in Quarz. — Heulandit (4), nur in I: gr., H 2. — Sphen (3); nur in I: gelb-fleischrot, durchsichtig, (Koe) (111) ($\bar{1}$12); (102) (100). — Pyrit, sp., in III. — Chlorit, in I: sp., in dunkelgrünen Körnern. — Fluorit; nur in IV: grau, derb. I*. 700 m s. von Barcuns, 1260 m ü. M., Ruseiner Tobel, Disentis. II* und III*. Drun

Bugnei bei Sedrun, h—d. **L**: Ra 1, p. 443, „Cavrein". Spe 2, p. 225? **Sa**: Zü. IV. Stalusabrücke bei Lumpegnia, Disentis.

9. **Quarz** (1). — **Fluorit** (2), farblos oder bläulich, H 2, zum Teil als Kruste über Quarz. — Rutil (1), sp., in Nadeln, zum Teil in Quarz eingewachsen. — Chlorit (3), sp., in schwarzgrünen Körnern. I*. Unteres Ruseinertal am oberen Ende des Tobels (Disentis), kleines Seitental auf linker Seite, gegenüber auf der andern Seite des Ruseinerbaches ein Stall. **Sa**: Mü—Zü—NY.

**10. Quarz** (1), meist H 1. In V: gr., H 1, selten H 3. In II: H 1, nur bisweilen mit (11$\bar{2}$1). Epidot und Amianth einschließend, dadurch scheinbar grün, zum Teil zweispitzig, auch in offenen Parallelreihen mit getrennten Spitzen. In XI: (Webs) H 1, zuweilen mit (21$\bar{3}$3). Wenn auf Byssolith festgewachsen und Epidot und Byssolith einschließend, so schlecht ausgebildet und in konische Zapfen endigend. In XII: H 1 und H 3, selten mit (07$\bar{7}$1) (31$\bar{4}$1) (41$\bar{5}$1) [(9, 1, $\overline{11}$, 1)]. — **Epidot** (1). Mit Zwillingslamellen n. (100). In I und II: vorwiegend. In II: gelbbraun, z. T. korrodiert und aus dem einschließenden Quarz ausgelaugt oder als graubraune lange Stengel in Quarz eingewachsen (001) ($\bar{1}$02); frei in grünen Reihen, die aus großen kurzen Einzelkristallen bestehen: (Koe) (100) (001) ($\bar{1}$01) ($\bar{1}$11) ($\bar{3}$04) ($\bar{8}$03). Die Fläche ($\bar{1}$01) ist oft in derselben Reihenverwachsung an den Einzelkristallen durch verschiedene Vizinalflächen (z. B. ($\overline{16}$, 0, 17) u. a.) ersetzt. In den Winkeln nicht genau Epidot oder Klinozoisit entsprechend, sondern zu Zoisit neigend (vgl. Zamb.). In XII: flach, hellgelb, an und in Quarz. In VI: schlecht ausgebildet, (100) ($\bar{1}$01) ($\bar{1}$02) (001). In XI: (Bü) H 5 oder H 4 mit vielen Flächen, z. B. (011) (012) (210) u. a. oder (Zamb.) **(100)** **(101)** (001) (010) ($\bar{2}$01) ($\bar{1}$01) (109) (22, 0, 23) ($\bar{1}$02) ($\bar{4}$01) ($\bar{3}$01) ($\bar{4}$07) [(110) (210) (011) (012) **($\bar{1}$11)** **($\bar{2}$33)** ($\bar{5}$12)] — (001):(100) = 64° 29′ statt 64° 36′. In V: (Koe) Längsflächen: **(100)** [ersetzt durch Vizinalflächen (15, 0, $\bar{1}$) (22, 0, $\bar{1}$)] **($\bar{7}$01)** ($\bar{5}$01) ($\overline{12}$, 0, 1) ($\bar{8}$01) ($\overline{17}$, 0, 5) (101), (001) ist schmal und meist ersetzt durch Vizinalflächen. Endflächen: ($\bar{1}$11) (210) (110) (010) (011) [(012) ($\bar{2}$21) ($\bar{1}$21)]. In XIII: gelbbraune Längsflächen **(001)**; ($\bar{1}$01) ($\bar{1}$02) [($\bar{6}$05?)], Endflächen: (012) ($\bar{1}$11). In Reihen. In XIV, XV, XVI: schlecht ausgebildet, zum Teil in Reihen aneinandergewachsene Kristalle, braungelb, kl., gegen die andern Mineralien vorwiegend. — Hornblende-Amianth (1—2). Als Bergleder (gemeine Hornblende) (in II, V, XI) und als grüner Amianth (etwas höher brechende gemeine Hornblende) (in II, III, V, VIII) oder Nadeln (in VII). — Calcit, sp. oder fehlend, oft vom Wasser entfernt. — Sphen, meist sp. In I: dunkelgrün, **(102)** ($\bar{1}$12) (021) (100) (001), meist Zwillinge. In VI: gelbrote dünne Blätter. In VII: H 1, Farbe wie VI. — Hämatit, nur in VI: sp. dünne Blätter. — Chlorit; in I: die Mineralien überziehend und auf ihrer Oberfläche festgewachsen. In VI: zum Teil auf den Mineralien festgewachsen. — Adular (1), in wechselnder Menge. In VIII: H 4, mit gekrümmten Flächen häufig. In VI, XIV, XV, XVI: H 1; sonst meist sp., zum Teil fehlend. — Scheelit (2); nur in XI: sehr groß, sp. (Bal.) (111); (001) (101) (313) oder (Ke) (111) mit Pulver, Rutilnadeln enthaltend, bedeckt. — Anatas (2); nur in XI: sp., H 1. — Danburit, nur in XI, nach Groth, sehr selten. — Pyrit, nur in XI: (Bü) (111) (100), auf Epidot, zum Teil in Limonit umgewandelt. — Apatit, nur in XII: schwach violett, Koe **(0001)** (10$\bar{1}$2) (10$\bar{1}$0) (11$\bar{2}$1); (12$\bar{3}$1). Pseudomorphosen von Limonit nach?, nur in XI: mit aufgewachsenem Adular. Wohl

dasselbe Mineral wie bei 6 (IIIa) u. IIb, 4' (I und II). — Prehnit, nur in XI, nach Gro. I*. Ostseite des Ruseinertobel an der Brücke der Straße. L: Ra 1, p. 389. Sa: Zü 3104. II*. 600 m östlich von Alp Cavrein, am Bach von V. Cavadiras, Disentis. L: Ra 1, p. 433 und 434; Sto. Sa: Zü—Mü—Sel—Pa II. III*. Bristenstockgrat und Wände, 300 m oberhalb Bristensee. V*. Sellener Tobel, Etzlital. Va. Oberes Grieserntal? VI. Peiler Tobel, Vals. L: Koe 6, p. 19 (3). VII*. A. Moos, Vals. L: Koe 6, p. 19 (3'). VIII*. Dangleinschnitt bei Gurtnellen. IX*. Oberes Langlauital. X. Gwächtenhorn, Kehlenalp. XI* und XIa. Felsgrat oberhalb Alp Rotlaui bei Guttanen, Kammegg. Der ältere Fundort mit Epidot auf und in Quarz und mit Amianth liegt etwas tiefer als der 1887 eröffnete mit Adular, Epidot, Amianth, sp. Quarz, Scheelit, Anatas. L: A. L. 5; Hi 1, II, p. 235; Wi 2; Web 1; Bal 2; Bü—Zamb.—Stu—Gro 1, p. 197; Ke 8; Gro 3, p. 14. Sa: Ber—Bas—Zü—Mü. XII*. Mittleres Tieftal bei Ried, Amsteg, etwa in 1400 m. XIII. Golzerenalp. XIV. Oberes Tieftal bei Ried. Sa: By. XV*. Vrenisberg bei Amsteg. XVI*. Kapelle von Gurtnellen. — 20 [40]. — Jägiknubel, Langengletscher, Lötschental. L: Fe 1, p. 307, 193. — Chamounix, altes Vorkommen (Sa: Pa I) und Belledonne, Combe de madame auf granulitisierten Amphiboliten. — Mit Apatit und Albit: Knappenwand, Untersulzbachtal, Groß-Venediger.

11. **Zeolithe** allein, meist nur Desmin, seltener daneben Prehnit, Chabasit (allein in III, in II mit Desmin, Heulandit). II. Arlbergtunnel. L: v. Foullon bei Hintze 1, p. 1817. III*. Schattiger Wichel, Westwand, im Syenit an seiner Westgrenze, in Klüften parallel Schieferung. Wehrklamm, Habachtal. — Bruckalpe, Steiermark. L: Sig. — St. Leonhard, Übergang vom Pitztal in das Ötztal. L: Ga p. 503. — Fuchsköpfle bei Freiburg i. B.

12. **Quarz** (1). In I: lange, zum Teil damaszierte Kristalle. — Calcit (2). In I: schlecht begrenzte Basistafeln. — Chlorit (3). — Pyrit (2), nur in I: sp. I*. Südlich Piz Aul, Vals. L: Koe 6, p. 19 (4). II*. Grivola bei Pont, Val Savaranche. III*. Furkabahn oberhalb St. Brida bei Tschamutt.

13. **Albit** (1a). — **Quarz** (1b). I. Golzerenalp. — Liddes, Gr. St. Bernard, in der Dioritzone am Carbon.

14. **Albit**, kl., H 6? — Amianth? — Apatit, kl. (0001) ($10\bar{1}0$), [($10\bar{1}2$?)]. — Chlorit, in kl. glänzenden weißgrünen Körnern. — Quarz, ssp. I. Sum Sassi bei St. Brida, Tschamutt (basisches Ganggestein, hoch metamorph).

### IIIa. 2. Serpentin, Lavezstein usw. (48—35 Prozent $SiO_2$), hauptsächlich im Gotthard- und Tessinermassiv.

15. **Adular** (1—2). In III: H 1, einfach, groß, weiß, ($\bar{1}01$) und (001) alternierend u. dadurch zusammenfließend, öfters auch gekrümmte Flächen. In IV: H 4, gr., porzellanweiß. In VI: kl., mit Albit In I: H 4, meist einfach, selten nach (001) (Ke) verzwillingt, oft kl. mit Chlorit besetzt; ferner H 1, stengelig, auch gekrümmte Flächen. — **Quarz** (2), in I (?): (Ros): H 4 mit ($40\bar{4}1$) ($07\bar{7}2$) ($13\bar{4}1$) (11, 0, $\overline{11}$, 2) (1, 2, $\overline{13}$, 1). In II: zum Teil sehr flr., (Lew) H 1 mit ($11\bar{2}1$) ($50\bar{5}3$) ($30\bar{3}1$) ($40\bar{4}1$) (14, 0, $\overline{14}$, 3) ($50\bar{5}1$) ($70\bar{7}1$) (10, 0, $\overline{10}$, 1) u. a. — Durch Chlorit in Wachstum gehinderte, sog. zerfressene oder korrodierte Quarze bei Ia u. IV. In III: sp., H 1, selten mit ($11\bar{2}1$) oder ($51\bar{6}1$). — Calcit (1—3), gr., weiß. In I, Ia: Tafeln nach (0001), oft gerundet; manchmal ebene und klare Tafeln, worauf (2—3),

(01$\bar{1}$2) (21$\bar{3}$1), oder (Ra 1) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$2) (21$\bar{5}$4); auch in Lagen dünner Blätter, die (10$\bar{1}$1) aufbauen. (Ra 1) (0001) (11$\bar{2}$0) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$2) (10$\bar{1}$0), selten (Wi 25) (10$\bar{1}$1) groß, ferner (21$\bar{3}$1) (0001) und (0001) (21$\bar{3}$1). In III: violett, derb, auch H 1, gr. oder klare Tafeln mit Rhomboederansätzen. Die Sukzession reicht von (1—4). In IV: dünnere Tafeln, zum Teil auch derb, Sphen einhüllend; auch H 7, kl. In VI: derb. — Sphen (1—3), gr. In I und Ia: Die Kristalle der neueren Fundorte etwa seit 1890 im nö. Teil des Drun zeigen folgende Formen: (Koe) entweder dünntafelig, (102) (001) (100) ($\bar{1}$12), oder in Parallelverwachsung nach der a-Achse aneinandergereiht und nach der b-Achse gestreckt, nicht verzwillingt, hellgrün (102) (100) (001) ($\bar{1}$12) (011); (010) (310), oder auch sehr häufig auf Stufen, die hauptsächlich Adular zeigen. grasgrün mit brauner Spitze an der b-Achse, Zwillinge nach (100): (102) (100) ($\bar{1}$12); (111) [(001) (110) (021) (720)], statt (102) oft (205) oder Vizinalfläche. Vielleicht von hier: (Bu 2) (102) (100) (001) ($\bar{1}$12) ($\bar{1}$11) ($\bar{2}$21) (110) ($\bar{1}$32) (021) u. a. lang nach b-Achse. An den älteren Fundorten wären nach Wiser charakteristische Flächen ($\bar{1}$32) (010); die ganze Kombination, sechs- oder achtseitig, oblong oder spatelförmig nach Wiser (bei Kenngott) (102) (001) (100) (021) (111) (011) (310) (010) ($\bar{1}$32): meist grün oder gelblichgrün und seitlich braun bis rötlichgelb, seltener ganz grün, häufig lebhaft glänzend. Hier auch noch (Ra 1) gelbgrün, an den Spitzen rot; seltener gelbraun, mit Adular verwachsen, (100) ($\bar{1}$12) (001) (102) [(021) (111)], meist Zwillinge nach 100. In I?: (Ces.) (021) ($\bar{1}$12) ($\bar{1}$11) (1$\bar{1}$1) ($\bar{1}$32) [($\bar{3}$12) ($\bar{2}$21) (100) ($\bar{3}$75)], gestreift auf 021, nach der Kante mit (02$\bar{1}$). In II (?): (Bu): (021) (111) ($\bar{1}$12); (100) (102) (001) ($\bar{1}$11) (661) (334) usw. flr. In III: klar, gelbbraune Zwillinge (Koe) (102) (100) (001) ($\bar{1}$12) (021); (010) ($\bar{1}$32) (310). In IV: (102) (001) (100); ($\bar{1}$12) (111) [(021) ($\bar{3}$54) (110)], bisweilen ($\bar{3}$54) groß. In VI: H 3, sp. In VII: grün, Kreuzzwillinge wie I, kleiner. — Albit (1—2), reicht in III von 1 bis 3. In I: sp. In II und III: vorwiegend. In III: Periklin, weiß, H 4. In III: H 4 ohne ($\bar{4}$03) und häufig ohne (010). Auch auf (101) des Adular aufgewachsen, wobei Periklin und Adular (110) ($\bar{1}$10) und angenähert ($\bar{1}$01) gemeinsam haben. In V: (Ra) H 4 und Vierlinge wie bei I, 7 (IIa), aber kein Adular aufgewachsen, bisweilen noch [($\bar{2}$01) ($\bar{2}\bar{2}$1) ($\bar{4}$43) ($\bar{1}$32) (450) (4$\bar{5}$0)]. Fehlt in VII. In VI: zum Teil gr., H 6 und H 7, mit Adular gesetzmäßig verwachsen, so daß (110) ($\bar{1}$10) ($\bar{1}$01) annähernd gemeinsam. — Chlorit (4). In I: reichlich, dunkelgrün, selten hellgrün. In III, VI: dunkelgrün. — Siderit (1), nur bei IV. — Turmalin (1—2), sp., H 1, kl., nur in III und IV. — Amianth (1—2), kurze grüne Haare, sp. oder fehlend; in I mitunter häufiger. — Rutil (2), nur bei III, kl., sp. — Anatas, nur bei II: ssp., H 1. — Apatit, nur in I (oberer Teil): ssp., kl., klar, nach (0001) tafelig. — Zeolithe: Desmin (4—5), in I: H 1 mit ($\bar{1}$01), auf Calcittafeln, viele einzelne dünne weiße Stengel, ferner durchsichtige Einzelkristalle auf Adular. In III: H 1, klar, meist auf Calcit. In V?: Analyse, Brun. — Chabasit (4—5). Meist fehlend. In I: ssp., gelblich, H 1 und H 2. — Heulandit (4—5), in wechselnder Menge, meist sp. In IV und V: fehlend. In einigen Klüften bei I: reichlich, oft auf Bruchflächen von Quarzkristallen, ferner in kleinen Rissen des Gesteins. — Laumontit (6); in I: sp., H 1, meist auf Adular. In II: H 1 mit (010). Sonst fehlend. — In VI, VII fehlen die Zeolithe. — Pyrit (H 1), mit Chlorit in gesonderten Spalten.

— Skolezit, in V: nach C. Schm. I*. Die älteren Fundorte „ruinas Plaunas“ (Ia) (A. L. 15 und 17) liegen am Anfang des Drun bei Sedrun gegen P. 1888, die neueren (Ib) im großen Drun-Tobel, etwa 1750 m ü. M., nö. von Ia. „Krüzlital“, „Cuolm da Vi“, „Tavetsch“. L: Ros?; Ra 1, p. 441, 387, 443; Wi 3 und 12 und 25; Stu—Bus 2, p. 347; Ces; Spe 1: „C—Mi—Am—Sp—F$^{C}$“, westlich von V. Strim. Sa: Mü—Zü (296, 298, Po 320, WS. 2894); Ber—Ba—B—By. II*. Ofenhorn, Egger Ofen und Wälscher Ofen, ob. Fundort. L: Ke 1, p. 193; Wi 6; Lew 1; Bus 2, p. 350; Des p. 72. III*. Loita di Sphen, V. Torta bei V. Sella, Gotthard, „V. Canaria“. L: Ke 1, p. 225 und 226. A. L. 16? Sa: Ba. IV*. Ravetschgrat, Val Maigels, über Ravetschgletscher unter Spitz südlich Plauncacotschna im Ofenstein. V. Burg am Viescher Gletscher. L: Ra 4; Hi 1, p. 1460; C. Schm. 1; Fe 1, p. 326; Brun. Sa: Ber—Mü. VI*. Buccarischuna, Vals. L: Gro 3, p. 16; Koe 6, p. 19 (1). Sa: Mü—Ber. — 9 [15]. VII. An der Furkabahn über Selva bei Tschamutt. Linse eines blauschwarzen basischen Gesteines (metamorpher Gabbro). — Hintermoos, Hollersbachtal, Salzburg. — Grieswiesalp und Lercheck bei Vorsterbach, Rauris. — Furtschagl, Pfitsch. Ga p. 4.

16. **Albit** (1), H 5, daneben ($\bar{2}01$) (130) ($\bar{1}11$), auch Albitzwillinge. In V: kl. — Sphen (2): in II: ($\bar{1}12$) (102) (111): (021) (001) [(110) ($\bar{1}32$) (011) (010)], n. Ke, Bu, flr., oft Zwillinge nach (100); fehlt in IV; in V: skl., gelbbraun. — Epidot (1), gelbgrün; in I: H 6 mit ($\bar{2}01$); (110) (011); fehlt in III und IV; in V: hellgelbgrün, fächerartig (Koe) (001) ($\bar{1}02$); ($\overline{26}$, 0, 25?) ($\bar{1}01$). — Prehnit (3); in V: hellgrün, in halbkugeligen kammartigen Wülsten; fehlt in II und III. — Quarz; nur in V: korrodiert; mit schwarzgrünem Chlorit. — Rutil (1); nur in II: sp., H 2. — Turnerit, nur bei II: ssp. — Adular (1); nur in V: ssp. I*. Ravetschgletscher unter 15 (IV). L: Wi 25. Sa: Zü. A. L. 16? II*. Wälscher Ofen, Ofenhorn; unterer Fundort. L: De 1; Ke 1, p. 229; Bu 2. III*. Greno di Prosa. IV. Plaun miez gegenüber, St. Brida. V*. Val Rondadura, Laiblaugletscher, unteres Ende. — 5 [10].

16a. **Prehnit** (2), Flächen (110) (001); (100) oder seltener in kugeligen Aggregaten. In I: besonders gute Kristalle, kl. In V: hahnenkammartig gekrümmt. — Epidot (1), hellgelbbraun, fächerförmige Aggregate, fehlt in IV und IVa, V. I*. Geißberg, Gornerental (Hornblendeschiefer des Aaremassivs). II. Schwarzhorn, Binnental. L: Des 2. III*. Ostwand des Eginerhorn über Meiggerental, Saas-Fee. L: Hä 1, p. 443; Wi 7. IV*. Eginerjoch. IVa*. Eginerhorn, Südwestwand gegen Feegletscher. V. Fleschenhorngrat, nördliche Seite, Binnental auf Granat-Pyroxengestein. L: Preiswerk, Dunitserpentin, Geißpfadpaß, Diss., Basel 1901, p. 27. — Wände oberhalb Chalet de la Selle, Dauphiné. — Ratschinges bei Sterzing, Tirol, wo der Epidot spärlich.

16b. **Prehnit** (3), (001) (110); (100) [(010)?]. — Albit, in I: kl., auf Rückseite der Stufe; in IV: gr., als Unterlage des Prehnit; fehlt in V. — Asbest, nur in V. — Calcit (2), ($10\bar{1}1$), klar; fehlt in II und III, V. — Pyrrhotin; nur bei I: in kleinen Tafeln sp. — Laumontit, nur bei IV: ssp. I*. Nordostwand der Polluxspitze bei Zermatt, etwa 100 m tiefer als Verrapaß. II. Fleschenhorn, Binnental. III*. Findelengletscher, Rymfischwänge. IV*. Wand des Eginerhorn am Keßjegletscher, Saas-Fee. L: Wi 6. V. Gornergletscher. L: Wi 4. — Glockkaserkar, Rauris.

17. **Albit** (1a); in I: klar, H 6. In IV: weiße gr. einfache Kristalle (Scharff), H 1 mit

$(\bar{1}11)$ $(1\bar{3}0)$ $(\bar{1}\bar{1}2)$. In III: H 6 und H 7, gr., mit $(\bar{1}30)$, seltener $(0\bar{2}1)$, sehr selten $(11\bar{1})$. — **Asbest** (1—2), gemeine Hornblende, weiß. In III: Dicke schwarze Hornblendenadeln (**110**) (011), in Quarzband sp. und auf und in Albit, mitunter in Büscheln. — **Epidot** (1b). In II: gelbgrün, in einzelnen Stengeln ohne Endflächen; fehlt in III, IV, V. — Laumontit, nur in V. — Calcit (2—3), selten tafelig nach (0001). I*. Geißberge, Inschialptal. II*. Oberes Tieflauital. Das Gestein ist eine basische Differentiation der Amphibolitzone des Tieftals. III. Marchegg, Vals-Platz. L: Koe p. 19 (2). Das Gestein ist dort örtlich ein sehr basischer Hornblendeschiefer. IV*. Saas-Fee, Mittagshorn. L: Scharff, J. Min. 1869, 342; Ke 1, p. 85; Wi 7. Hier auch Übergang zu IVb, 8b (IV). V. Saas-Fee, Mittagshorn. L: Ke 1, p. 182, auf Grünschiefer (metamorphen Gabbro). R. W. Schäfer, Tscherm.-min. Mitt. **15**, 1895.

18. **Asbest**; in I: Asbest von gemeiner Hornblende. In II: derber Hornblendeasbest. — Nickelgymnit, nur in V. I. Oberes Teiftal bei Ried. II. Gigenstaffel oder St. Annaberg bei Andermatt, am südöstlichen Rand des Peridotitstocks (vgl. auch A. Schneider, Diallag-Peridotit etc., Dissert., Zürich 1912, p. 19. A. L. 16. III. Gotthardtunnel, 5070 m von NP. IV. 100 m über Geißpfadsee. L: Häus p. 438; Des 1. V. Meigeren, sw. Mittagshorn. L: Ke 1, p. 204. — A. Quadrata, Poschiavo, Tremolitasbest und Serpentinasbest, Veltlin. — Talkenkopf, Greiner, Tirol, Tremolitasbest, sog. Zillerit.

19. **Diopsid** (1), I: (Lew) (**100**) (310) (210) (**110**) (130) (010) $(10\bar{1})$ $(\bar{1}11)$; (221) (021) $(\bar{2}21)$ $(\bar{3}12)$ $(\bar{1}32)$ und (100) (310) (110) (010) (001) $(\bar{1}01)$ nach Ke. — Calcit, derb (3). — Quarz (2). — Asbest (2). — Epidot (1). I und II. Cervandone, Binnental, auch „Tierälpli“. L: De 1, p. 171; Ke 1, p. 178; Wi 6; Lew 1. III. Saasgrat zwischen Rimpfischhorn und Strahlhorn nach Studer. — Goslerwand, Groß-Venediger. — Diopsid mit Chlorit: Schwarzenstein, Zillertal.

20. **Dolomit** (1), gr.; in I: $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}2)$ [$(02\bar{2}1)$], Zwillinge nach $(02\bar{2}1)$; auch: (Becke) $(10\bar{1}1)$ (0001) $(21\bar{3}1)$ $(5\bar{1}\bar{4}3)$ $(12, \bar{4}, \bar{8}, 1)$ $(16, \bar{12}, \bar{4}, 1)$, Zwillinge nach $(02\bar{2}1)$; auch H 1, gr. Fehlt in VI, VIa. — Siderit (2), H 1, sp. In I: sonst ssp. oder fehlend. — Calcit, in I: $(01\bar{1}2)$ $(10\bar{1}1)$. — Talk, in Blättern (2), zum Teil fehlend. — Magnetit; in I: H 1, sp.; fehlt in II. — Magnesit (1—2), kl., gelblich, $(10\bar{1}1)$; fehlt in II. — Rutil; in II: gr., dickere gut ausgebildete Kristalle, H 2 u. a. Prismen gestreift, oft verzwillingt. In IV: Nadeln und Sagenit, ssp.; fehlt in I, VI, VIa. I. Lavezsteinbruch, Scaleglia bei Disentis. L: Leu 1 und 2; Becke. II. (Angabe von C. Caveng in Tschamutt) Scaleglia, Disentis. — Ilmenit, sp.; in IV: H 1 mit $22\bar{4}3$. — Pyrit (2), häufiger nur in VIa, dort vorwiegend. (Ke) entweder (210) (100) oder (100) (111) oder (111). III. Aus der Zone Serpentin-Lavezstein des Ofensteinbruch bei Wannelen, Gigen, Gigestaffel, St. Annaberg bei Hospental. L: A. L. 14 und 16. IV. Wylerstuden, früher wohl häufig mit III verwechselt. Sa: Zü 2252, 2254. L: A. L. 14 und 16. Ke 1, p. 200, p. 286; Wi 28; La 1 „Weilerstoud“. Sp. 1: „F° St Sl Weilerstaude.“ V. Scaleglia bei Disentis, aus der Zone Serpentin-Lavezstein, mehrfach; an andern Stellen als I und II. VI und VIa. Sellener Tobel, Etzlital. L: Ke 1, 391. — 7 [10].

21. **Quarz** (1), H 1, gr. — Dolomit (2), H 1, gr. — I. Scaleglia, Randzone Talkschiefer gegen Gneis.

22. **Talk**, hellgrün, wenn nicht stark aufgeblättert. — Ilmenit; nur in I (Des): H 1 mit $(02\bar{2}1)$ $(22\bar{4}3)$; $(4\bar{2}23)$ $(11\bar{2}0)$ $(01\bar{1}2)$. I. Fläschenhorn. L: Des 2. II. Calmot bei Tschamutt. L: Tar p. 33. — 3 [5].

22'. **Apatit** (1) (0001) (1010), grün. — Talk (2), gr. — Pyrit, Wylerstuden und Gige bei Hospental. **L**: Wi 7 und 28?; La 1. Weilerstoud. — Greiner, Zillertal (sog. Spargelstein).

IIIb. 1. Tremolaserie (57—42 Prozent $SiO_2$), Gotthardmassiv.

**1**. **Albit** (1b), meist als Periklin und klein, weiß oder grau. In I und Ib: weiß, zum Teil Albit H 6 groß, und H 5, Periklinzwillinge. In VIII: H 5, weiß. In XII: H 4, weiß. In III: H 5, grauweiß, klar. In IV: Periklin, gr., weiß, H 5. In Ia und VIa: fehlend. — **Quarz** (1b—2), zum Teil kl., H 1. In XI und XII: reichlich. In IX, X, XIV: sehr klar, sp. — Der prismatische Teil des Kristalls ist zugespitzt, aber meist ohne spitzere Rhomboeder. Die Zuspitzung der Kristalle wird nur durch Wechsel von $(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}0)$ erreicht. In I und Ib: zum Teil grüner Milchquarz. In XIII: Amethyst und Szepterquarz. In VII: die breiten $(40\bar{4}1)$ $(30\bar{3}1)$ $(08\bar{8}1)$ $(06\bar{6}1)$ damasziert; der Quarz schließt zum Teil Amianth und Ripidolith ein. In Ic: nur als derbes Quarzband, kristallisiert, ssp. — Chlorit (3) bzw. Ripidolith (2—3); in X: gr., mit Muskovit verwachsen; in XII: fehlend. In VIII: gr., hellgrün, mit Muskovit durchwachsen. In I: dunkelgrüner Chlorit und sp. Ripidolith. In VIa und Id: ssp. — Muskovit (2—3), meist sp., kl. In I, X: zum Teil gr., H 1. In VIII: zum Teil auf Quarz, mittelgroß. In VII und Ib: mittelgroß. Fehlt in XV. — Rutil (1a—2); in I: (110) (101) (111), blutrot, zum Teil Hohlzylinder, auf und in denen gelbgrüner kleiner Sphen (Umwandlung von Rutil in Sphen durch Lösung?, vgl. Vo), zum Teil auch Rutil als Sagenit auf- und eingewachsen. In Ia: als Sagenit, hellrot, zum Teil auf Muskovit aufgewachsen. In V: sp. In III: sp., als Nadeln und als Sagenit. In Xa: Sagenit. In VII: rötlicher Sagenit. Fehlt meist völlig an allen andern Fundorten. — Calcit (3—4), sp.; fehlt in I, Ic, Id, II, III, IV, V, VI, VIa, VIII. — Ankerit (1), in I: sp., zum Teil in Calcit umgewandelt. — Limonit, je nach dem Erhaltungszustand der Kluft in wechselnder Menge. In XIII: reichlich. — Siderit, nur in VIa: kl., wie überall meist völlig zu Limonit umgewandelt. — Aragonit (4), nur in II. — Dolomit (2), nur in XIII und XIV: H 1. — Sphen (2—3), in I: auf Rutil, Albit, Quarz, sehr klein, zum Teil 0,5 mm, fast farblos. Auf Quarz und Albit vielfach als zusammenhängende Kruste. In VII: kl., hellgelb. Sonst fehlend. — Anatas (2—3); nur in I: (Wi 4) (111) (101), sp., und in XIVa: gelb (111). — Pyrit (2—3), ssp. In I: zum Teil gr., H 1. In Ia: sp. — Adular, nur in I (nach Wiser?) und in Xa: H 1. — Hämatit (?) oder Ilmenit, Blätter in Quarz oder aufgewachsen, ssp. in I. — Amphibol (2), ssp.; in I: braunschwarz, in dicken Nadeln und Garben. — Apatit (2); nur in I: sp., weiß, zum Teil groß, sehr flach nach 0001, (Koe) (0001) $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}1)$ [$(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}1)$] usw., flr. **I***. Sorescia am Gotthardhospiz, oberster Teil des Tales, 150 m östlich vom P des Pizzo della Valle Canariccio (Poncione di Laghetto der Einwohner), nordöstlich Grasso di mezzo. Schmale Kluft mit tiefen engen Stollen. Der Quarz in Hauptkluft an Stellen, wo das Band fehlt, der Albit vorwiegend in seitlichen Rissen. Seit 1800 ausgebeutet. Etwa 70 m westlich kleinere Kluft. **L**: A. L. 14, „Urserenspitze". Wi 4; Wi 14 und 29; Ke 1, p. 226, p. 265, p. 252; Vo p. 153 (?) und p. 511; Sp. 1 „S. P.", sö. Sella; Lar 1 p. 257 „sphene". **Sa**: Zü 4582, 5996?—Mü—Ber. In Hornblendegarbenschiefer mit quarzitischem Grundgewebe. Ia*. Nahe bei I, in Horn-

blendegarbenschiefer mit quarzitisch-chloritischem Grundgewebe. Ib*. In der Nähe von 2, VII. Ic*. 150 m östlich von I und 30 m höher. Id*. südlich vom kleinen See, westlich von I. II. Gotthardtunnel, 2940 m und 2934 m von S. P., ferner 2790 m und 3160 m von S. P. III*. In mylonitisiertem, mit Gesteinen einer schmalen Tremolaserie zu Glimmerschiefer gewalzten Gestein. Grat Blauberg zum Greno di Prosa. IV*. mit Epidot, südlich am Greno di Prosa, in mylonitisierter mit Sellagneis verwalzter Tremolazone, wie III. V*. und VI*. Passo Vecchio, V. Cornera in Granatbiotitmuskovitschiefer als unterstes Glied der Tremolaserie. Vgl. IIb, 6a (VIa). VIa*. Nordseite des Grat Cornera-Cadlimo, 250 m westlich von VI. VII*. Östlich vom Gipfel der Pusmeda, oberhalb der Militärbaracken. In Linse von hornblendereichem Schiefer. VIII*. Unteralppaß Nordseite, Biotitgranatschiefer mit sericitisch-quarzitischem Grundgewebe. IX. Gotthardtunnel, 2948 m, 2440 m, 2716 m von S. P. X*. Sorescia gegen Sella. Xa*. Grat zwischen A. Sorescia und A. Sella. Gestein zwischen Sellagneis und Tremolaserie stehend. XI. Nördlich Alpe ross di Vinei, westlich von Airolo. XII*. Zwischen Passo Vecchio und P. Danelin. XIII*. Sasso rosso bei Airolo. XIV*. südlich Pian Bornengo. XIVa*. Passo Bornengo gegen Piz Alv. XV*. Bei lago di prato südlich Piotta in amphibolitischer Zone. — 20 [25].

1'. **Quarz** (2a), H 1, lang zugespitzt (vgl. bei 1). In I: stellenweise statt $(10\bar{1}0)$: $(45, 0, \bar{45}, 1)$. — **Albit** (1); in I: H 4 und H 5, schön ausgebildet, weiß, oder zum Teil klar. In V: Periklin, weiß, groß, H 4, H 5 und größere Kristalle, zum Teil sowohl nach Albit- wie Periklingesetz verzwillingt. — **Rutil** als Sagenit (2b); in I: dicke Nadeln und Sagenit auf Quarz; in IV: auf Albit und in Quarz; in V: äußerst feiner und dünner Sagenit, so daß brookitähnliche Blätter entstehen. — **Ripidolit** (4); in V: dunkel, groß. Chlorit bei IV. Häufig ist Trennung der Kluftmineralien wie bei 1'': Albit nur auf dem leukokraten, Ripidolith auf den melanokraten Lagen des Gesteines. — Siderit (3), verwittert zu Limonit; sp. bei I. — Muskovit (4), sp.; nur bei III reichlich; fehlt bei IV; bei Vssp. — Calcit, sp. (3); nur bei V: H 1 und $(10\bar{1}1)$, gelbbraun, verwittert. — Pyrit, ssp. oder fehlend; nur in I: reichlicher. — Aragonit; nur in IV: gelblich, wurmförmig. I*. Sasso rosso, Bergsturz, oberster Teil, nahe bei 6a (II). Biotitchloritporphyroblasten in Grundgewebe aus Plagioklas und Quarz. II*. Scara Orell, Tremola. III. Sasso rosso. IV*. Militärweg Fieudo, Gotthard, homöoblastischer Biotitchloritschiefer mit aplitischen Lagen. V*. Sorescia unter Militärbaracke, mehrere Fundorte. L: Ke 1, p. 250. — 10 [15]. — See am Pfitscher Joch, Tirol. — Melkerscharte, Zillertal.

1''. **Albit**, meist als Periklin (1), auf den plagioklasreichen leukokraten Lagen des Gesteines. In II: als Albit gr., weiß. In III: skl. — **Ripidolit** (1) und Rutil (1), auf den hornblende- und biotitreichen melanokraten Schichten. — Turmalin, nur in II: sp. — Pyrit, nur in III: skl. I*. Sasso rosso, Bergsturz. Hornblendegarbenschiefer, zum Teil chloritisiert, aplitisch durchadert. II*. Nördlicher Hang des P. del uom, Val Cadlimo. III*. Nördlich vom Passo Comasnengo bei Piora, in amphibolitischer Aufschmelzungslinse. — Ritterkar, Rauris. — 5 [15].

1'''. **Calcit**, klar $(01\bar{1}2)$. I*. Strahlknubel, Rymfischwängi, in Granathornblendegneis.

**2. Quarz** (1—2b), häufig etwas zugespitzt (vgl. bei 1); hellgrüne, seltener braune, auch flache Nadeln von Hornblende-Amianth einschließend; meist H 1. In III: Innen im Quarz feine Haare von Amianth, in der obersten Schicht dagegen Ripidolit ein-

schließend. H 1 mit [$(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$ $(07\bar{7}2)$ $(08\bar{8}1)$ $(0, 11, \overline{11}, 1)$], auch seltene Trapezoeder, ferner Wachstums- und Korrosionsflächen. In II: Zweispitzer; $(10\bar{1}0)$ zugespitzt von $(40\bar{4}1)$ $(04\bar{4}1)$; auch Albit und brauner Amianth im Quarz eingeschlossen. Die Quarzkristalle zum Teil von der Stufe losgebrochen, dann in der Kluft liegend das andere Ende ergänzt, so daß die Kristalle ringsum ausgebildet sind. Sagenit, Ripidolit, etwas braungrüne Hornblende und Turmalin sind dem Quarz aufgewachsen. In VII und IV: bisweilen kleine Nadeln von Quarz auf Ripidolit; der Quarz in der obersten Schicht auch Ripidolit einschließend. In VII: (Koe) H 1 mit $(30\bar{3}1)$ $(03\bar{3}1)$ [$(13, 0, \overline{13}, 1)$ $(70\bar{7}3)$ $(0, 13, \overline{13}, 1)$ $(06\bar{6}1)$]. In VI: H 1 ohne spitzere Rhomboeder, die eingeschlossenen dickeren Hornblendenadeln zum Teil in Ripidolit umgewandelt. In V: viel Amianth, stellenweise auch Sagenit eingeschlossen, in der obersten Schicht auch Ripidolit. Ein Zweispitzer von 20 cm war ursprünglich auf dem Gestein aufgewachsen, brach zu Beginn der Ripidolitbildung ab und während dieser Zeit wurde das eine Ende zu einer Spitze ergänzt. Am Ende dieser Zeit brach der liegende Kristall in der Mitte entzwei und ist dann nur wenig ausgeheilt worden. — Amianth (1), grün, braun, braunrot; im Quarz braune Hornblende in kleinen Garben (1—2); in II, III: auf Quarz. — Ripidolit (2a—3), dunkelgrün, zum Teil in Quarz eingeschlossen, in Form den Eisenrosen gleichend, zum Teil sgr., so in II; bei IV: als Chlorit, vorwiegend gegen die andern Mineralien; in III: dunkelgrün, halbkugelig, mit scharfen Kanten; in IIIb: in Trauben auf Quarz und auf der Stufe. — Turmalin, sehr selten etwas häufiger nur in II: in dicken dunkelbraunen Nadeln, auch Garben auf Quarz. — Rutil (2), zum Teil als Sagenit, hellrot, so in V. Öfters (101) (111) (001) [(301)] zeigend; fehlt in VI; in III: dunkelroter Sagenit. — Calcit (3), in I und IIIa: groß; in IIIa: $(11\bar{1}2)$; in III: derb oder $(10\bar{1}1)$ oder $(01\bar{1}2)$, abgerundet nebeneinander. In II: sp. $(10\bar{1}1)$ nach $(01\bar{1}2)$ verzwillingt; auf Quarz. Häufig auch H 4, gerundet, verwittert, mitunter auch H 8, manchmal flächenreich. In VI: H 1, gr. — Siderit (1) zu Limonit verwittert, H 1; nur in I, III; zum Teil auf Quarz. — Mesitin, nur in III. — Pyrit, ssp.; in II: kl., in Quarz eingeschlossen; in III: H 1. — Albit (1—2a), sp., meist Periklin, H 5, klein (1), z. B. bei IVa; fehlt (?) in IV. In V: ssp. In VI: klar, H 1. In III: kl., sp., H 5 und H 8 nebeneinander, grau, halb durchsichtig. In IIIb: reichlicher. — Muskovit (3), H 1 in IVa und VII. — Anatas (3), in III: gelb, sp., kl., auf Ripidolit und als Kruste auf Quarz. (Boe): **(111)** (001); (117) (115) (101) (107) (5. 1. 19) usw., flr. — Derbe Aragonitkruste (4), nicht selten. — Eisenoxydreiche, tonige, braunrote Erde als Kluftfüllung fast überall. I*. Sasso rosso. **Sa**: By („Sella"). **II***. Lawinenverbauung bei Loita di misura oberhalb Sasso rosso. **L**: Sp. 1: Ad $S^t$ $R^h$, westlich A. Schipsius (Scinfüs). **Sa**: Zü—Str—By. **III***. Laghetto Loitascia, oft nur bezeichnet Scimfüs oder Scipsius bei Airolo, lang ausgedehnte Kluft. **L**: (Boe). **Sa**: NY. Hornblendegarbenschiefer mit vielen großen Hornblendeporphyroblasten mit sericitisch-quarzitisch-chloritischem Grundgewebe, daneben auch Amphibolit. **IIIa***. Scimfüs. IIIb. etwas südlich von III. A. L. 14. **IV***. Cantoniera S. Guiseppe, Tremola. IVa*. ebenda gegen Scara Orell. **Sa**: Ber—Zü. A. L. 4. Dichter parallel struierter Hornblendegarbenschiefer mit quarzitischem und mit epidotreichem Grundgewebe. V*. Fieudo Pian secco, 1910 m. Dichter parallel struierter Hornblendegarbenschiefer mit sericitisch-quarzitischem Grundgewebe. VI. V. aulta gegenüber Fontana am Fuß des Fieudo. VII*. Sorescia (di Scia)

zu oberst gegen Poncione di Laghetto (Pizzo della valle Gannariscio der Karte). VIII*. unterster Teil von Sorescia. A. L. 4. IX*. Sorescia, Grasso di mezzo. — Mit III analog: Pfitscherjoch am See (vgl. auch Ga p. 16).

2'. **Quarz**, grünen Amianth und kleinen Ripidolit einschließend (1), H 1 zugespitzt durch steilere Rhomboeder; charakteristisch, daß meist die primären Rhomboederflächen klein, mit $(30\bar{3}1)$ $(03\bar{3}1)$ $(04\bar{4}1)$ $(40\bar{4}1)$. Der Amianth im Quarz zum Teil ausgelaugt, durch Eisenocker ersetzt. — **Pyrit** (2), sgr.; in I: **(210)** **(111)** (100) (421) oder **(421)** (210) (100) (111), außen in Brauneisenerz verwandelt. — Ripidolit (3). — Sagenit, sp. — Periklin (1), sp. (Falls die Angaben von Kenngott 1, p. 385 auf Beobachtung an einer Stufe beruhend, so waren früher in I noch folgende Mineralien: Adular, Sphen, Rutil, Epidot, Apatit.) — Calcit, sp., derb. — Muskovit (3). — Siderit zu Limonit verwittert. — Epidot, ssp. — Limonit, gelbbraun, sehr zahlreich in I. **I***. 2370 m ü. M., Schlucht sö. Grasso di mezzo (2159), Sorescia. Hornblendegarbenschiefer mit quarzitisch-basischem Grundgewebe. **L**: Ke 1, p. 385. **Sa**: Zü. II. Gotthardtunnel, 2470 m vom S. P. **Sa**: Zü und Sammlung Motta in Airolo, mit sehr großem Pyrit. III. Riale di Albinascia, sopra la Bolla.

2''. **Quarz** (1), gr. (1—2), H 1, häufig zugespitzt (vgl. bei 1), zum Teil lange ausgeheilte Bruchstücke. — **Calcit** (2), in I: H 8, auch abgerundet, in dicken Krusten auf Quarz. — Aragonit (3), gr., lange spießige Nadeln auf Calcit, fehlt in II und III. — Siderit (2), verwittert; in I: auf Quarz, kl., H 1. In II und III: fehlend. — Albit, ssp., weiß, H 4—H 5. **I***. Sasso Rosso, Bergsturz, wohl aus dem unteren Glimmeramphibolit der Tremolaserie. II*. Gegenüber Fontana, Hang am Fieudo, V. Bedretto. III*. Wand westlich gegenüber Cab. Bétemps, etwas NW. von P. 2767. IV. Gotthardtunnel, 1920 m vom S. P.

2'''. **Quarz** (1—2), H 1, lang, kleine Kristalle, auch auf Ripidolit. — Ripidolit (2), groß, dunkelgrün, (0001) $(10\bar{1}0)$, in Rosen wie Eisenglanz. — Desmin, ssp. I. Gegenüber Fontana, nahe am Tessin, unterste Stufe der Tremolaserie, auf homöoblastischem, graugrünem, chloritischem Glimmerschiefer bis grauem Hornfels.

3. **Quarz** (1), H 1, bisweilen zugespitzt (vgl. bei 1). — Albit (1), zum Teil sp. — Rutil (1—2), in II: dicke Nadeln, H 1; in IIa: Sagenit, dunkel. In I: hellroter Sagenit auf Quarz. — Muskovit; nur in I: auf Quarz. — Siderit zu Limonit verwittert, in II. I*. Südlich von P. Borel, V. Maigels. II*. Barbarera. IIa. Pian Bornengo, dicht südlich von P. 2875, vom Unteralptal aus.

4. **Albit** (1a). In I und II: Periklin, weiß, H 4 u. 5. In III: sp. — Quarz (1b); in IIa: sp. — Turmalin (1b), gr., schwarz. In II und III: vorwiegend. In II: H 1, gr., frei und im Quarz in langen Nadeln. In IIa: H 1, auch $(10\bar{1}2)$, schlecht ausgebildet; auch größere, zum Teil derbe Aggregate. — Siderit oder Mesitin (1a), H 1, verwittert zu Limonit. In II: Muskovit und Turmalin einschließend. — Calcit (2), sp. — Muskovit (1b), nur bei I: ssp. — Chlorit (3), gelbgrün, sp., als Füllmasse gelbbraun. — Rutil, ssp. (1). — Pyrit (2), sp. — Limonit, zum Teil mit Chlorit gemischt, als Füllmasse hellgelb. I*. Amphibolit- bis Hornblendegarbenschiefer mit dunklem Grundgewebe und Tremolaschiefer mit Granatbiotitporphyroblasten in quarzitischem Grundgewebe. Am Grat, am 1. Turm an der Lücke der Poncioni neri, V. Canaria. **II***. Zweiglimmerstreifengneis, Soresciagneis, an Tremolaschiefer grenzend, am Grat unter nördlichem Vorgipfel der Pun-

tanera, V. Canaria, Airolo. IIa*. Westwand der Poncioni neri, Bachrunse gegen la Froda, vgl. I, 7a (IIIa). L zu I, II: A. L. 14 und 15; Sp. 1 „Taneda“ und „Altanca“, „Schörl noir“; La 1 „Scaro bei Alpe Piora“ und „Taneda“. Sa: Zü 4410—Ber. III. Gotthardtunnel, 2270 m vom S. P. IV*. Passo Giengiun, Unteralp. — Plessachkopf, Hollersbachtal, Salzburg.

5. **Quarz** als **Amethyst** (1) und **Szepterquarz**, H 1. In I (?), nach Wi 18, kl., Adular einschließend. In II: mit Hohlräumen (negativer Kristall), von hier? Quarz mit Flüssigkeitseinschlüssen und Libellen, z. T. sehr gr., lückenhaftes Wachstum, aber auch die Lücken nur von (10$\bar{1}$0) (10$\bar{1}$1) (01$\bar{1}$1) begrenzt. — Siderit, verwittert, kl. Bei III: in Rosetten. — Limonit (2). — Calcit, sp., in I: (10$\bar{1}$1). In II: H 1. — Pyrit, in III. — Sagenit, nur in III. — Chlorit, sp. — Muskovit, nur in einem Fundort von II. I*. Poncioni neri, Südostseite. Sa: Zü 2471. II*. Costone di Fieudo gegenüber Fontana, Tobel unter Piano di sotto, in Löchern des Quarzbandes. L: Ke 1, p. 28, 33; Wi 18? Sa: Zü 2149—Ber—By. IIIa*. Östlich von Bauns, V. Strim. IIIb*. etwa 15 m höher als IIIa, weniger Limonit, Quarz farblos, und daneben Anatas mit (001) vorherrschend, H 2. Das Gestein gehört nicht zur Tremolaserie, vgl. Teil II, p. 14. — Rothenkopf, Zillertal (Ga p. 76).

IVa. Kalksedimente. (Im Norden hauptsächlich Jurakalk, im Süden Triasdolomit, aber auch andere carbonathaltige Sedimente.)

1. **Calcit**, H 1, H 2, H 4. Die Calcitkristalle sind in großen Klüften groß. In IV: (10$\bar{1}$1) und Zwillinge nach (01$\bar{1}$2). In VIII: (21$\bar{3}$1) (01$\bar{1}$2). I, VII: H 1, H 4. IX: (21$\bar{3}$1); (01$\bar{1}$2) (10$\bar{1}$0). X und XI. H 1. In V: H 1, gr. In VI: H 1, sehr groß. In II: zum Teil gr., flr., aber matte Flächen (10$\bar{1}$1) (21$\bar{3}$1), Berührungszwillinge nach (01$\bar{1}$2). I*. Steinbruch bei Altekirche, Andermatt. II. Kridenloch, nahe bei Unterschächen. III. Windloch im Schächental. IV*. Kobelwies, St. Gallen. L: Ke 1, p. 321. V. Kaufmannskumme, oberhalb Kummenalp, Lötschenpaß. L: Fel 1, p. 311. VI. Oberhalb Schafalp, Ferdental. L: Fel 1, p. 311. VII*. Färnigen, Meiental. VIII*. Öhrli, Säntis. IX. Benken, St. Gallen. X. westlich Dürschrennenhöhle, Säntis. XI. Fuß des Balmhorns oberhalb Wildelsigen, Gasterental. L: Fel 1, p. 293.

1'. **Fluorit** (1), derb und mit Kristallflächen. In I: (100), grün. In II: (100) (110) (211); blau, grasgrün und violett. In IV: H 2, farblos. In V: H 2, grün. In Va: H 1 und H 2, grün. In VI: gelb, farblos, H 2. In III, IIIa, VII: H 2, gelb. — Calcit (2); in I: derb (10$\bar{1}$1); nach Ke 1, p. 310 „Oltschihorn“: H 8 groß und meist Zwillinge nach (01$\bar{1}$2); in II: H 1. I. Oltschenalp. L: Fel 3; Fel 1, p. 294. A. L. 5. Ia. Im Ruun bei Brienz. L: Fel 3. II. Dürschrennenhöhle, Wildkirchli, Säntis. L: Bächl. 1 und 2. III. Muttenz bei Basel. Sa: Ba—By. IIIa. Adlerberg bei Pratteln. IV. Montlingen, St. Gallen. V. Laucherstock, Wolfenschießen, Engelberg. Va. Zingelalp bei Engelberg. VI. Mont-Salève, Genf. VII. Wartenberg. — Für I—V L: Bae 2; Koe 6, p. 21; Hi 1, p. 2543; Ke 1.

2. **Quarz** (1), H 1. In I: Rahmenquarz mit tonerfüllten Hohlräumen, die mehrfach übereinander geschichtet. In IIa: doppelt pyramidaler Rahmenquarz. In VIII: kl., klar, H 1, zum Teil zweispitzig, $|a|:|c| = 1:6$. In IX: Oberfläche milchig, H 1, große und kleine radialstrahlige Verwachsungen (Quarzigel), frei in der Kluft. — Calcit, ssp. (1); in IV: H 1, begleitet von anthrazitischer Kohle. — Hämatit, Blätter im Quarz, nur in V.

I. Engstligenalp bei Engelberg, Ärmighorn, Ärmigschafweiden. L: Fel 1, p. 292, nach J. Bachmann. II. Rawylpaß, Kanton Bern. L: Fel 1, p. 292. Sa: Ber. IIa. Geröllhalden von kieseligen Neocomkalk am Bonderspitz, Kandertal. L: Fel 1, p. 290. III. Öhrli, Säntis. L: Ke 1, p. 37. IV. Im Molassesandstein von Unterhorw, Winkel, Vierwaldstättersee. L: Ke 1, p. 38. — V. Kaiserstuhl, Unterwalden, Neocommergel. L: Ke 1, p. 37. Va. Unterer Grindelwaldgletscher, Hochgebirgskalk. L: Fel 1, p. 294. VI. Langnau westlich Solothurn, in kieseligem Ton. L: Ke 1, p. 38. VII. Steinhüttli am Wasserberg, Bissital, Muottatal, Neocommergel. L: Ke 1, p. 37. VIII*. V. di Sabbia, 20 m unter Ostgrat des Madone bei Fontana, Airolo; 200 m östlich vom Gipfel in 2700 m Höhe in schwarzem, zum Teil quarzitischem Bündnerschiefer, der wenige Kalklagen zeigt. IX*. Valle di Marscia, Poncione di Vespero bei Airolo, östlicher Hang des Tales, westlich von Passo dei sassi, etwa in 2500 m Höhe, in glänzendem graphitreichen Bündnerschiefer. — In kalkhaltigem Flysch, Gol de Goléon und Losens, Dauphiné. L: Lacr. 1.

2'. **Quarz** (1); in I: H 1, sehr klar. — Pyrit, mit brauner oder roter Limonitkruste (2); in I: H 3, H 5, H 7. In II: (100), gekrümmt durch wiederholte Kombination mit (210). — Chlorit, gelbbraun. I. Alp Monteraccio, Olivone, Greina, in Rauhwacke. II. Oberhalb A. di Ruvino w. N.-Grat v. P. 2750, etwa 100 m unter dem westlichen Gletscher n. v. Grat der Loita delle camoscie, Bündnerschiefer-Kalkphyllit.

2''. **Quarz** (1). — Dolomit (1), H 1, Zwillinge nach ($10\bar{1}0$). I. Albrunpaß, Balme, Binnental. L: Bau 3, p. 38; Des 1.

[3. **Tremolit**; in I und II: H 1, aber (010) selten. Weiß in weißem Dolomit. Zuweilen Parallelverwachsungen und andere anscheinend regelmäßige Verwachsungen. Meist aber Einzelkristalle, die bisweilen abgeflacht ⊥ a-Achse. In grauem kalkhaltigen Dolomit grau. — In einer andern Schicht von weißem Dolomit bei I und II bis 20 cm lange büschelförmige Aggregate von Tremolitnadeln ohne deutliche Kristallflächen. Die Nadeln sind radialstrahlig (etwa bis 30° Öffnung) um einen in $^1/_3$—$^1/_5$ ihrer Länge liegenden Mittelpunkt. Am breiten Ende des Büschels sitzen blaue Rhomboeder von Dolomit. Bei I: An der Gesteinsoberfläche sind diese Aggregate vielfach in Talk umgewandelt, grün, selten mit (110); in II: im weißen Dolomit. — Fluorit in Tremolitknollen bei II im weißen Dolomit. — Talk, farblos neben Tremolit. — Diese Mineralien sind weder genetisch noch zeitlich Kluftmineralien, ebenso aber auch nicht dynamometamorphe Gesteinsmineralien, sondern stehen ähnlich wie die Skapolithvorkommen, die Preiswerk beschrieben hat (vgl. IVb, 6), in der Mitte zwischen beiden. I. Ostseite des Passo Campolungo. L: Koe 2, p. 519. A. L. 16. II. bei A. Cadonigo, Campolungo. L: Ma (nach M. Schröder). Sa: In allen größeren Sammlungen. — Murwinkel, Salzburg.

4. Die zahlreichen, ganz verschiedenartigen Mineralien der hydatopneumatolytischen Sammelkristallisation im Dolomit der zentralalpinen Zone. Mit diesen ist meist, aber nicht immer, Dolomit als Kluftmineral assoziiert. I*. Campolungo, Nordseite des Passo Cadonighino 2141. Abhang nach A. Cadonighino, Tessin. L: Sp. 1 „Co"; Wi 19?; Hi 1, I, p. 741; Ke 1; Eng 1; Gro 1; Man; Ra 2; Koe 2, p. 519. In allen größeren Sammlungen. Ia. östlich A. Cadonighino gegen Paß. L: Ma. Ib. südlich A. Cadonighino. L: Ma. II*. Imfeld, Lengenbach, Binnental. L: De 1. In allen größeren Sammlungen. III. Steinbruchgraben, Baltschiedertal. L: C. Schm. 3; Fel 1, p. 315. Sa: Ber. IV. Schiltfurgge. L: Fel 1, p. 317.

5. **Dolomit** (2a), kl., H 1, auch Zwill. — Calcit (2b), kl. In I: H 3. In II: H 4. In III: H 7? In IV: fehlend. — Rutil (1). In I: als Sagenit und in Nadeln, H 1. In II, IV: (Ke; Man) H 2 mit (310), ohne (321), auch Zwillinge nach (301) und (101); schwarz, lang säulenförmig, einfach (Ke) (110) (111), mitunter dazu (100), auch (101). In V: (110) (100); (210) (111) (101) (313) (321), einfach und verzwillingt nach (101). In III: (110) (100) 210) (111) (101); [(313) (321)], auch polysynthetische Zwillinge. — Quarz (1—2), H 1, nur in III, IV, V. — Sphen (2), sp.; nur in IV: (001) (1$\bar{2}\bar{3}$). — Adular (1). In III, V, IV: sp. — Pyrit, nur in II. I*. P. Frunt, Vals. Koe 6, p. 20 (1). **Sa**: By. II*. Alp Campolungo gegen Passo Campolungo. **L**: Ke 5, p. 112; Ke 1, p. 249; Man; Linck. **Sa**: Zü. III. In den Turpen, Binnental. Häus p. 435; De 1, p. 133; Ke 1, p. 245. In körnigem Kalk- bis Kalkglimmerschiefer. IV*. Cadonighino bei Campolungo. **L**: Man; Linck. Rutil vorwiegend. Wi 19. **Sa**: Zü WS. V. Feldbach bei Binn, Binnental. De 1, p. 134.

5'. **Dolomit** (1), H 1. I*. Imfeld. II*. Campolungo. **L**: Wi 27. — Fassatal. — Brentagruppe.

5''. **Adular** (1b); in I vorwiegend: H 2 ohne ($\bar{2}$03) ($\bar{1}$11), meist Vierlinge nach (021) und (001). — Rutil (1b). In I: (Bau) (**110**) (100) (101) (111); (210) [(310) (410)] und (Bau) Zwillinge nach (101). — Turmalin (1a), in I: braungelb, H 3 ohne (0001). — Phlogopit, kl. — Dolomit, sp. — Calcit, kl., gerundete Rhomboeder. — Quarz, sp. oder fehlend. I*. Albrunpaß, Binnental. **L**: Bau 7, p. 3? **Sa**: By. II. Ofenhorn. III. Weißenfluh, Binnental. **Sa**: By.

5a''. **Turmalin**, grün. — Quarz, fehlt in II. — Pyrit, Calcit, Phlogopit, braun, in I. — I. Turbenalp. **L**: Bau 7. II. Blauer See, Gibelhorn, Binnental. **L**: Des p. 160. Alle Fundorte in Dolomit.

5'''. **Adular**, H 1 und Vierlinge nach (021). — Albit (1), gr., H 1 und H 6. — Dolomit, H 1. I*. Leiß, Vals-Platz, in Dolomit. **L**: Koe 6, p. 20 (2).

6. **Gips**. I*. Auf Klüften in zu Gips umgewandeltem Anhydritgestein. V. Canaria bei Airolo. II. Auf sericitischen Schiefern als Kruste, Inschi bei Amsteg. III. Auf Salzton, Bex, Waadt.

6a. **Anhydrit**. In I: violett (Preiswerk) (**101**) (**010**) (304) (201) (301); (100), mit violettem Kernkristall, der mit (102) begrenzt, auf 010 sich abzeichnet. In IIc: (**101**) (**010**) (100). In IIb: wie in IIc mit lang parallelstieligen Fortwachsungen in Richtung der c-Achse. Ferner (**100**) (**010**); (103), sowie (100) (010) (001). In IId: (**010**) (001) (701); (403) [(203)] und (010) (001) (403); (100) und (001) (010) (101) (100). Meist nach (101) Penetrations- und Juxtapositionszwillinge. — Dolomit; in IIb: H 1; wohl auch von hier durch sattelförmige Parallelverwachsung gekrümmte große Kristalle. — Calcit; in IIc: skalenoedrisch. — Baryt, in IIc. — Rutil, in IIb. — Siderit, H 1. — Quarz, in IIa. Adular, in IIa. — Muskovit, in IIb. I. Simplontunnel. I. 7500 m von NP. in Zweiglimmergneis, der Lagen von grobspätigem Dolomit und violettem Anhydrit führt. **Sa**: Ba. By. IIa. 9480 m von NP. in Sericitquarzit, der Anhydrit (und Orthoklas?) führt. **Sa**: Ba. b) 9540 m von NP. in Dolomit-Anhydrit-Muskovitgestein. **Sa**: Ba—By? c) 9560 m von NP. **Sa**: Ba. d) 9573 m von NP. **Sa**: Ba. **L**: H. Preiswerk, N. J. f. Min. 1905, I, p. 33. Verh. Nat. Ges. Basel **24**, 14, 1913. C. Schmidt, Geologie des Simplongebiets usw. Basel 1908. Rektoratsprogramm.[1])

[1]) Die Mineralien aus dem Simplontunnel waren ursprünglich mit Rücksicht auf eine Bemerkung von H. Preiswerk (Verh. Nat. Ges. Basel **24**, 15, 1913) nicht in das Verzeichnis der Kluftmineralien

IVb. Metamorphe carbonatführende Sedimente (Kalkglimmerschiefer, Bündnerschiefer usw.).

1. **Calcit** (2), H 8 mit $(21\bar{3}1)$ und $(11\bar{2}0)$. In Ia: H 1. In III: H 2. — Margarit (2), H 1. — Quarz (1), H 1, oft sp., auch fehlend. — Siderit, sp., verwittert, H 1. — Rutil, selten. Meist nur da, wo Quarz zugegen; dann oft im Quarzband schlecht ausgebildet, nur in dickeren Kristallen. In Ia: sp. In V: Zwillinge kreisend oder alternierend angeordnet, nach P. Groth. I*. 100—200 m südlich Osasca, Val Bedretto. (Ebenso bei Fontana.) L: Koe 2, p. 515. Ia*. nahe sö. Furka Cristallina. II. Ärnergalen, Binnental. IIb*. nahe bei Passo Cavagnoli (niederster Punkt des Grat zwischen 2821 und 2776). III*. Nufenenpaß in hornfelsähnlichem granatführenden Nufenenschiefer. IV*. sw. A. Tom am Fuß des Camoghe in grünlichem Quartenschiefer, dessen Grundmasse Quarz. Sericit, Carbonat; die Einsprenglinge sind quergestellte Biotitflasern. Zoisit, Epidot. V. Ganterbrücke bei Berisal, Kalkglimmerschiefer? Gro 1, p. 107. — Ohne Margarit: VI. Piz Alpettas, Vals-Platz. Koe 6, p. 20.

1'. **Calcit** (2), H 9. II: H 8. — Margarit (2), H 1. — Albit (1), H 3 und H 6, auch als H 5. Quarz, sp. Siderit, sp., meist Limonit. Dolomit, nur in II. — Rutil, sp. oder fehlend. — I*. Mehrere Fundorte bei Fontana und Osasca und in Val Cristallina, V. Bedretto. L: Ke 1, p. 83; Koe 2, p. 514. II. Rämigletscher, Binnental. L: Ke 1, p. 166, 302, 309. — 1a' wie 1' ohne Margarit: Nördlich Rifugio Gastaldi bei Ala gegen französische Grenze. — Iseltal, Prägraten, Tirol. — Schmirn bei Steinach. Ga p. 4.

1''. **Quarz** (1—2), H 1. — Albit (1), H 3 ohne (403) mit $(1\bar{3}0)$ $(\bar{1}12)$ $(\bar{1}\bar{1}2)$ (270). — Chlorit (4), dunkelgrün. — Calcit (3), H 8 und derb. — Siderit, H 1. — Ankerit, derb. — Braunit (101); (110) (100). — Pyrit, sp. — Hämatit, ssp. — Kl. Windgälle, Nordwand, bei P. 3572, in den verlassenen Eisenerzgruben, Maderanertal (in Eisenoolith geologisch zu IVb gehörend). L: C. Schm. 1; Gro 1, p. 250.

2. **Calcit** (2), H 4, $(21\bar{3}1)$ oft fehlend. — Epidot (1), (001) (100); $(10\bar{2})$. I. Lago Tremorgio bei Rodi-Fiesso. L: Koe 2, p. 515. — IVb ist verwandt mit IVa, 2, 2', 5''.

IVc. Kontakte von Kalksedimenten und Kontaktschollen.

1. **Kalktongranat, Hessonit** (1—2), gelb braunrot, H 3, der im Innern meist Calcit, Klinozoisit, Epidot, Quarz birgt (z. T. Pseudomorphose). — Diopsid (1); in I: (Gru) (110) (010) (100) (011), sp., eher Gesteins- als Kluftmineral, fehlt in II und III. — Klinozoisit (2a), wie (Ra 1) H 1 des Epidot, oft schlecht ausgebildet. In II: statt Klinozoisit Epidot? — Chlorit. — Calcit, als Füllmasse, weiß.

---

aufgenommen worden. H. Preiswerk sagt: „Es sind hier keine richtigen Kluftmineralien, . . vielmehr stehen die Kristalle in genetischem Zusammenhang mit den Gesteinsgemengteilen . . . Die Kluft ist nur dort mit Anhydritkristallen besetzt, wo die Lagen körnigen Anhydrits im Gestein ausstreichen; wo dagegen die zuckerkörnigen Dolomitlagen ausstreichen, wachsen Dolomitkristalle in die Kluft.“ Dieselbe Erscheinung ist aber bei den Kluftmineralien der Tremola mit wechselnden leukokraten und melanokraten Lagen (vgl. IIIb, 1' und 1'') und anderwärts zu beobachten und wohl durch Zusammenwirken von Ausscheidung an bereits vorhandenen Stützpunkten für die Kristallisation und durch kurzen Diffusionsweg zu erklären. Deshalb wurden jetzt entgegen der Ansicht von Preiswerk diese Vorkommen versuchsweise hier eingereiht. — Über andere Vorkommen aus dem Simplontunnel als die mit Anhydrit und das von Lincio (vgl. IIb, 6 (IX)) erwähnte waren mir Literaturangaben zurzeit nicht zugänglich.

1a. **Epidot** (2b), in I: (Ra 1, p. 433), H 1, dazu bisweilen noch $(\bar{1}02)$ $(\bar{3}01)$ (210) (012) (010) $(\bar{2}11)$ grünlich braun. — Quarz (2—3), H 1, auch als Füllmasse. In III: H 3, — Calcit (3—4), derb und flache Rhomboeder. — Hornblende (2), H 1 bis Amianth (3); nur in I. — Titanit (2); nur in I: ssp. (102) $(\bar{1}12)$. — Chlorit (5), sp. oder fehlend. — Adular (2), sp., H 4, in I. In III, II?: fehlend. — 1 und 1a in: I. Maigelsseen bei Tschamutt gegen Lolenalp, „Badus“. **L**: A. L. 14, 16 usw. Gru 1; Ke 1, p. 103, 126, 129; Ra 1, p. 427 ff.; Kl. 1; Wi 24 und 28; Vo p. 96; Spe 1 „Ep“; Bü. In den meisten Sammlungen. Assoz. 1 in: II*. Mittagshorn bei Saasfee in Grünschiefer. **L**: R. W. Schäfer (vgl. p. 74). 1a in: III*. Lolenpaß, See unter P. Ner. — Islitzfall, Dorferalp, Groß-Venediger. **L**: Wein. — Wildkreuzjoch, Pfitsch. **L**: Ga p. 213.

1'. **Kalktongranat**, Hessonit (2), H 1, rötlich. — Quarz (1), H 1. — Adular. — Chlorit. I. A. Leiß bei Vals-Platz. **L**: Koe 6, p. 18 (7).

2. **Kalkeisengranat**, Topazolith (1), H 1, als (86, 85, 0) (Ra), dazu selten (320). — Quarz (2), H 1. — Desmin (3), sp., in weißen Kugeln. — Skolezit, in feinen Nadeln. — Chabasit. I. Mittleres V. St. Plazi, Westseite, bei Disentis „P. Alpetta“. **L**: Ra 4.

3. **Kalktongranat**, Hessonit (2), rotbraun, H 3. In II (Hes.): (110) (211) (100). In I: H 3 u. [(100) (210)]. Fehlt in IIIb. — Idokras (1), oben gelbgrün-grasgrün, unten gelbbraun-gelbgrün, selten gelbbraun, so in Va. In I: (Ke) (**110**) (**100**); (001) (111) flr. In II: (Hes.) (**110**) (**100**) (311); (331) [(111)]. Fehlt in IIIc, IV. In IIIb: (Gro) (**110**) (210) (100) (001); (111) (312) (311). In V: Sel und Boeck (110) (100) (210) (001) (111) (331) (311) [(111) (001)]. — Pennin (3), H 1, dunkelgrün; oder Klinochlor in I, II, V. — Diopsid (1), weißlichgrün, klar. In II: (Hes.) (110) $(\bar{1}01)$ (100) (310) (001) flr. In IIIb: fehlt. In V: (Sel—Boeck) (100) (001) (110) (310) $(\bar{1}11)$ $(\bar{2}21)$ $(\bar{3}31)$ $(\bar{1}01)$ [$(\bar{1}12)$ $(\bar{1}13)$ (111) (112) (010) (021)]. — Apatit (2); nur in V, IV, I: sp. — Calcit (4), derb, durchscheinend, wohl überall. In II: (He) $(10\bar{1}1)$ $(02\bar{2}1)$ (0001). — Titanit (2). In I: derb, spätig. Sonst nur in IV. — Dolomit, nur in V: $(10\bar{1}1)$. — Magnetit (2), nur in I. — Byssolith (1), sp., in I, III. I*. Westseite des Eginerhorn am Keßjegletscher, Linse in Gabbro-Grünschiefer. **L**: A. L. 16; Wi 7; Ke 1, p. 176, 362, 122, 130; Häu. Ia*. Fuß der Westwand des Eginerhorn am unteren Ende des Keßjegletscher. II. „Feegletscher“ (Eginerhorn?). **L**: Hes. Forts. 4. III*. Rimpfischwänge, dicht unter Punkt 3314. Gro 3, p. 13. **Sa**: Ber; Mü. IIIb. Rimpfischwänge. **L**: Gro 1, p. 199. IIIc. Saasgrat zwischen Rimpfischhorn und Strahlhorn. **L**: Stu; Ke 1, p. 177. IV. Gornergletscher bei Zermatt. Ke 1, p. 131; Wi 8. V. Moräne des Theodulgletschers bei P. 2945 „Leichenbretter“; ein Block (nach G. Seligmann). **L**: Boeck; Sel 3. Va*. Moränenmaterial von den Ostwänden des Pollux bei Zermatt. VI. Saas-Fee, Langenfluh, 2700 m. Wohl in die Gneisdecke eingepreßte Linse eines Serpentinkontaktes, N—S-Streichen, etwa 10° nach West einfallend. Wahrscheinlich das Material, das auch Häußer erwähnt (Häus p. 44). Mitteilung von Dr. G. Seligmann. — Becco della corbassera und Testa ciarva, Ala.

3'. **Pennin** (1). — Calcit (sp.), weiß als Füllmasse. I*. Rimpfischwänge, mittlerer Teil, wo Höhenlinie 3300 den Kamm erreicht, etwa 150 m über dem Findelengletscher.

3''. **Kalkeisengranat**, Topazolith oder Demantoid (1—2), H 1, H 3 oder häufiger kugelige und traubige Aggregate, dunkelbraun und hellgrün. Analyse vgl. **L**: Pin., ferner unter IV. In IV: Körner mit verworren faserigem Asbest, zu Knollen gemischt und kl. Kristalle (110)

in parallelfaserigem Asbest. In II: H 3 mit [(100) (332)]. In IIa: H 1 mit schwarzgrünem Kern, groß, trüb. Fehlt in IIIb, a? — Bergleder und Byssolith (1), sog. Zermattit von Serpentinzusammensetzung. L: Fer—Mer. In I, II, IV in größerer Menge. In IIa: Hornblende-Amianth, weiß. — Diopsid (1), (100) (110), oft lange, sehr dünne Kristalle. Fehlt in I, IV, IIIa, b. — Pennin (3); in I, II und IIIb: vorwiegend. Fehlt in IIa, IV, I. — Sphen (2). In III: derb, spätig. In IIIb: (Hi) (100) (214) ($\bar{1}$11) [($\bar{2}$21) ($\bar{1}$01)]. Fehlt in IIIa, b, I. In IV: (Preis) (111) (110); (100) [(221)] grüngelb. — Magnetit (2). Nur in I, II, IIa, IIIa; sp. (111) (100) [(211)]. Geätzt (211). L: Brug. — Ilmenit, ssp.? — Hornblende und Tremolit, nur in II, IIIb (nach Brun). — Calcit (3 und 4), sp., derb. — Perowskit (2). Nur in IIIa, b: (100). I. Gornergletscher bei Zermatt. L: Ke 1, p. 134; Wi 14. II*. Rimpfischwänge, Südwand gegenüber Strahlknubel in 3300 bis 3500 m Höhe und weiter westlich gegen Fluhalp, „Findelengletscher". L: Ke 1, p. 131, 288a, 134?; Gro 1, p. 216, 252 (?); Fers.?; Brug.?; Pin. (?). IIa*. Rimpfischwänge; nahe bei V (K), p. 85. IIIa. Rimpfischwänge, Südwand, östlich von II, alter Fundort(?), „Findelengletscher". L: Duf.; Wi 23; Mer; Ke 7. Sa: Str. IIIb. Rimpfischwänge, Südwand nahe am Adlerpaß, in Kontaktrand der Chloritschiefer an Kalksilikatlinse. L: Hi 2; Brun; Gro 1, p. 252 (?); Gro 3, p. 12. Sa: Str—Wi—Mü. IV. Nördlich von Geißpfadsee zwischen Marienbiel und Paßweg. L: Des 1, p. 163 und 173; Hez (?); Fers; H. Preiswerk, Dunitserpentin, Geißpfadpaß. Diss., Basel 1901, p. 29, Analyse von Hinden. — Wildkreuzjoch bei Pfitsch. — Rocca nera bei Ala.

4. **Epidot** (1). In IV (Bück.): H 1, dazu ($\bar{2}$33) ($\bar{7}$32) u. a. (fir.), gelblichgrün. In III: H 6 mit ($\bar{2}$01) (110). — Klinozoisit (1). — Calcit (3), derb. — Albit (1—2), meist schlecht ausgebildet. In III: H 3. — Diopsid, nur in IV: (Ke) (110) ($\bar{1}$01); (100) (310) (010) ($\bar{1}$11) [(001) (?)] grau. — Hellgrüne Hornblende (1—2), Tremolit und Asbest. — Pennin (2—3). I*. Rimpfischwänge, östlich unter P. 3314. II*. Pollux, Südwand, 150 m unter Spitze. III*. W. Wand des Eginerhorn, Saas-Fee, „Meigern". L: Ke 1, p. 99, 85 (?); Häu. IV. „Gornergletscher bei Zermatt". Nördlicher Abhang des Riffelhorn bei Zermatt am Ursprung des Gagenbachs. (Mitteilung von Dr. G. Seligmann.) L: Hes. Forts. 1, 176; Bück.; Ke 1, p. 176, 98. — Ähnlich andere Funde zwischen Binnental und Simplon. (Nach Dr. G. Seligmann.)

5. **Lazulith.** In I: traubige Kruste auf engen Spalten des Serpentin. — Quarz, weiß, derb, in II, III, IV. — Pyrit, nur bei III, IV. — Glimmer bei III, IV. — Feldspat bei II. I*. Pollux, Südwand, 150 m unter Spitze. II. Theodulpaß. L: Ke 1, p. 364. III. Hochtäligrat, Gornergletscher, Zermatt. L: Ke p. 363. IV. Rimpfischwängi. L: Ke 1, p. 363. V. Stockhorn in Glimmerschiefer. L: Gro 3, p. 13. Sa: Mü.

6. **Skapolith** (1). Stengel mit (Prei) (110) (100). — Quarz (2), fehlt in IV. — Muskovit (3?). — Calcit (3), in II, III, IV. — Rutil in Nadeln, in III und IV. I. Daziogrande. II. Monte Piottino bei Faido. III. Valle bei Airolo. IV. Riale di Berri bei Airolo. Die Fundstellen nach Preiswerk vgl. L: Prei. (Übergang von Kluft- zu Gesteinsmineral bei der Fundstelle am Riale Fog.)

V. Einige zentralalpine Vorkommen von Gesteinsmineralien, die makroskopisch schön kristallisiert sind.

A. **Turmalin**, H 1. In Glimmergneis und Glimmerschiefer: I*. Tomasee, Tschamutt. Auch in Glimmergneisschollen des Sellagneis: II*. Unter Plauncacotschna, V. Cornera.

B. **Turmalin**, H 1, gr. — **Kalktongranat**, H 1, hellrosa, gr. — **Muskovit**, gr., H 1, in Pegmatit. I*. Grat des Badus bei Andermatt, nördlich vom Gipfel (bei n von Madun). **L**: A. L. 14. Ke 1, p. 116. **Sa**: Zü 4232 (und 4395?).

C. **Granat** (Almandin), H 1, rotbraun, in Hornblendeschiefer. I*. Val Canaria. A. L. 14. II*. Sasso rosso, Bergsturz bei Airolo. In den meisten Sammlungen. III*. In Glimmerschiefer, Paß von Campolungo nach V. Maggia.

D. **Disthen** und **Staurolith** in Paragonitschiefer. I. Mte. Campione, A. Spuonda bei Chironico. **L**: A. L. 14. Hi 1, II, p. 157 usw.; Koe 2, dort z. T. die Kristallformen angegeben; Wein 1; Wü. In allen Sammlungen. In der Nähe von I auch Turmalin im Paragonitschiefer. **L**: Koe 2, p. 522. **Sa**: Zü 7314, 4398, 442. II. Am See bei A. di Campo, unter dem Weg am Aufstieg zur Kapelle St. Carlo bei Piora (jetzt wohl unter Wasser). In grauem Glimmerschiefer dunkelbrauner Staurolith (010) (110) (001) (101), meist einfach, selten nach (232) verzwillingt. Eisentongranat (Almandin) (110); selten (110) (211). — Disthen, graue Nadeln. Ke 1, p. 137. Nach La 1 auch schwarzer Turmalin. III. NW. von Morenga, Quinto.

E. **Molybdänglanz**, gebogene Blätter in Quarzadern von Granitapliten. I. Grimsel, Grimselstraße zwischen Handeck und Hospiz. Golliez, Éclog. 5, 290, 1898. II*. Brüchplankenstock, Etzlital. III*. Kartigelfirn, Maiental. **L**: Koe 5. IV. Quarzreicher Aplit am Lucendrosee. **L**: Sp. 1 „Mo". V. Ellendj, Baltschiedertal, reichste Fundstelle. **L**: Fel 1, p. 353; Stu.

F. **Pyrit**, H 1, in Speckstein. I*. Scaleglia bei Disentis. II*. Sellener Tobel, Etzlital.

G. **Magnetit** in Chloritschiefer (111). I*. Gigenstaffel bei Andermatt. II*. Rimpfischwänge, östlich P. 3258, etwa 50 m tiefer.

H. **Hornblende** in Chloritschiefer (Hirdli, Schmiedigenhüsern, Binnental).

J. **Rutil**, häufig knieförmige Zwillinge nach (101) in Quarzlinsen und -gängen, die konkordant zu Schieferung, in metamorphen Sedimenten (Bündnerschiefern etc.) und in diesen Gesteinen selbst. I*. Nahe am Paß Campolungo, Seite nach V. Maggia, vgl. p. 81. II. Binnental, Fuß der Westwand des Ofenhorn. III*. Oberster südwestlicher Teil der Valle Marscia, südlich Poncione di Vespero bei Airolo. — Ferner sehr selten in Amphiboliten: z. B. IV. Am Passo Sassello. Zwilling nach (101).

K. Pseudomorphosen von **Schweizerit** nach **Olivin** (1) mit schwarzgrünem Kern: (Koe) (110) (111) (100) (101) (041?) (010?); (021). Der Schweizerit, den zuerst E. Schweizer analysierte, ist nach den Analysen von V. Merz Serpentin (Ke 1, p. 202; Hi 1, p. 780); er ist dicht, gelbgrün gefärbt. Darauf liegt häufig als gelbbraunes dichtes festes, leicht schneidbares Pulver Antigorit, der auch den Magnetit (111) (100) teilweise umschließt. Daneben auch sog. Bergleder, weiß. Spuren von Calcit. Klüfte oder Drusen von teilweise serpentinisiertem Peridotit. I*. Rimpfischwängi, etwa 100 m östlich von P. 3314 in dem obersten Teil der Wand. In der Nähe Chloritschiefer mit Magnetit und IVa, 3' (IIa). **L**: Gro 1, p. 202. **Sa**: Str—By—Mü.

L. **Epidot** (Koe) (100) (001); ($\bar{1}$02?). In Quarzgang. I. Ende des Lucendrosees. L: A. L. 14. „Guspistal."

M. **Biotit** nach **Turmalin** (?), große Pseudomorphosen, nur (10$\bar{1}$0) zeigend. I*. Unteres Evital bei Erstfeld.

N. **Zoisit** und **Granat**. I*. In Phylliten des Scopi. L: Schm. 4, p. 44.

O. **Zoisit**. — Calcit, mit und in weißem Quarz. — Glimmer. — In Amphibolit. I. Zermatt, Gornergletscher. L: Wein. 3; Gro 3, p. 13. Sa: Mü. II. Rimpfischwänge. Ohne Calcit mit grauem Epidot? Ke 1, p. 107. III. Mittags (Eginer)horn, Saas-Fee.

P. **Andalusit** in Quarzlinsen im Glimmerschiefer. I. Scalettapaß, Graubünden. L: Gram.; Hi 1, p. 136.

Die Auffindung der Fundorte, die in dem obigen Verzeichnis angegeben sind, ist für einen Teil des Aare- und Adulamassivs durch die p. 7 erwähnten Karten 1 : 50000 und die dieser Abhandlung beigefügten Kartenskizzen erleichtert. Eine neue geologische Kartierung der 4 Blätter St. Gotthard des Siegfriedatlas nördlich des Tessin, auf denen auch die Mineralfundorte eingetragen wurden, ist durchgeführt; die Karte kann aber wegen der hohen Druckkosten jetzt nicht veröffentlicht werden. — Steht die Lage eines Fundortes auf der Karte 1 : 50000 ungefähr fest, wobei allerdings die bisweilen erheblichen Ungenauigkeiten der topographischen Zeichnung stören, so helfen folgende Kennzeichen zur Auffindung der Mineralkluft:

1. Bei größeren Klüften, die viel Stufen lieferten, die unterhalb liegende Schutthalde mit Quarzband und Trümmern von Mineralstufen. Schon deshalb wird man wo möglich von unten herauf kommend die Kluft suchen.

2. Das weiße, oft nahezu horizontal ziehende Quarzband, das aber fast völlig bei den Fundstellen von IIIa (Amphibolite und Serpentine) und IVa, häufig auch bei IIIb, ferner bei IVb, IVc fehlt. In diesen Fällen sind die horizontalen, seltener schrägen Risse im Gestein, die zur Kluft führen, aus nicht zu großem Abstand (bis 100 m bemerkbar).

3. An den vor etwa 1850 ausgebeuteten Fundstellen sind die Klüfte bei der Arbeit häufig zu größeren Nischen, Stollen, Löchern erweitert, die sich dunkel am Fels abheben.

4. In stärker geschiefertem Gestein ist das Aufreißen der Kluft begleitet von einer Verbiegung der Schichten, die sich von allen Seiten nach der Kluft zusammenzuziehen scheinen.

## Nachtrag.

Zu Ia, 1'' (IVa) (Fundort der Chloritkugeln) ist zu bemerken, daß für solche Chloritkugeln in der Sammlung Bally von Herrn Fäsch in Basel Rotlaui als Fundort angegeben wurde. Ich konnte den Fundort nicht feststellen. Die Vorkommen wurden von Kristallsuchern aus Guttannen, die an der Grimsel und an der Rotlaui arbeiteten, verkauft. Ob besondere mechanische Bedingungen oder eine bestimmte chemische Zusammensetzung der Lösung die Aggregation der Chloritblätter verursacht haben, läßt sich also vorläufig nicht entscheiden.

Für ergänzende Mitteilungen und Berichtigung von Irrtümern wäre der Verfasser dankbar; sie würden in einem Nachtrag im Anschluß an Teil IV gebracht werden.

## 4. Anleitung zur Bestimmung des Fundortes einer grösseren Mineralstufe vom Typus alpiner Kluftmineralien nach dem Hauptverzeichnis der zentralalpinen schweizerischen Fundorte.

Ob Kluftmineralien vorliegen, ist an der Zersetzung des Gesteines der Stufe zu erkennen. Soweit es nicht melanokrate Gesteine sind, sind sie löcherig und gebleicht. Ferner sind die auf der Stufe aufgewachsenen kristallisierten Mineralien in viel geringerer Menge, auf die Einheit der Gesteinsoberfläche bezogen, vorhanden als bei allen anderen Mineralbildungen (Drusen, Erzgängen, Sublimationen usw.).

Die andern Kennzeichen sind in Teil II gegeben. Wenn Chlorit irgendwo auf der Mineralstufe zu sehen, so deutet das meist, aber nicht stets auf alpine Kluftmineralien hin. Das Fehlen oder sehr spärliche Vorkommen von Erzen unterscheiden die alpinen Stufen von Erzgangmineralien. Das Fehlen größerer Mengen von bor-, fluorhaltigen Mineralien trennt sie von den Pegmatitdrusen. Voraussetzung zur Bestimmung nach den folgenden Tabellen ist weiter, daß die Stufe aus den schweizerischen Zentralalpen stammt.

Man prüfe dann zunächst mit Messer und Salzsäure, ob etwa Kalkstein oder Dolomit das Muttergestein bilden. In diesem Fall ist Tabelle II anzuwenden, andernfalls Tabelle I. Im folgenden sind als Mineralien eines Fundortes alle angegeben, die man auf einer größeren Stufe leicht finden kann. Doch ist die Differentiation der Mineralien in den Klüften, die später besprochen werden soll, zu beachten. Im allgemeinen wird man die Mineralien, die auf der Übersicht II nicht eingeklammert sind, auf den Stufen sehen. Doch können öfters Ausnahmen vorkommen. Man muß daher alle Möglichkeiten, welche durch das positive Merkmal des Vorhandenseins von Mineralien auf der Stufe gegeben sind, im einzelnen im Hauptverzeichnis nachprüfen.

Andererseits gibt es Fälle, daß gelegentlich auf einer Stufe einige Kristalle eines Minerals erscheinen, die für die Assoziation nicht charakteristisch sind (die auf Übersicht III eingeklammerten Mineralien). Mineralien, die nicht selten sind, wie z. B. Adular, Albit usw., stören nicht, da auf der Bestimmungstabelle bei Adular und Albit nur die Paragenesen angegeben werden, in denen sie reichlicher vorkommen. Schwierig ist der Fall, wenn zufällig ein kleiner Kristall von Anatas oder Apatit auf der Stufe sichtbar ist, also Mineralien, die auch sonst nicht immer zahlreich auf den Stufen derjenigen Fundorte auftreten, für deren Assoziation sie charakteristisch sind. Deshalb werden für die selteneren Mineralien die Fundortstypen in Klammern aufgeführt, an denen sie sporadisch auftreten. Man wird also bei der Bestimmung zunächst die eingeklammerten Zahlen nicht zu berücksichtigen haben und sie nur zu Hilfe nehmen, wenn sich Widersprüche ergeben sollten.

Für die Bestimmung nicht gut verwendbar sind die sulfidischen Erze, die, wie Pyrit, Galenit, vereinzelt auftreten. Nur wenn sie in außergewöhnlich großen Kristallen vorhanden sind, kann man sie zur Bestimmung heranziehen. Ähnlich steht es mit Calcit, der vielleicht durch Verwitterung entfernt wird, wie das vielfach für die Pegmatitdrusen, so z. B. von Websky, angenommen wurde. Eine Stufe von Quarz und Calcit, auf der nur diese beiden Mineralien vorkommen, kann verschiedenen Typen angehören. In diesem Fall versagt die Tabelle. Nur der Habitus der Kristalle, Spuren von Chlorit oder Amianth, die Farbe des Quarzes u. a. ermöglichen dann noch dem geübten Blick die Einreihung. Sonst gelingt die Bestimmung leicht, wie im folgenden an einigen Beispielen gezeigt wird.

Folgende Beispiele mögen die Verwendung der Tabellen erläutern. In der mineralogischen Sammlung des Museums in Budapest: Stufe mit ungeschiefertem granitähnlichen Muttergestein aus der Schweiz, worauf Quarzkristalle, auf dem viele dünne Hämatitblätter aufgewachsen sind, mit grünem Chlorit, der auf Quarz festgewachsen ist, ohne andere Mineralien. Man sieht hier zunächst unter Hämatit bei den Granitvorkommen I nach und erhält die 9 verschiedenen Typen: 4, 4′, 4″, 4‴, 5, 5′, 5″, 8, 15. Die Glimmerschiefervorkommen IIb, 8, 8a, 8b, 8c sind schon deshalb ausgeschlossen, weil Titanoxyde auf der Stufe fehlen, und 7 deshalb, weil der Eisenglanz nicht groß, sondern klein und dünn ist. Andere Mineralien kommen auf dieser Stufe nicht vor, also z. B. kein Adular. Da aber Adular, wie aus dem Verzeichnis folgt, in I; 5, 5′ 5″, ferner in I; 8 vorkommt, bleiben nur noch 4, 4′, 4‴ und 15 übrig. Da Turmalin nicht vorkommt, scheidet auch 15 aus. Da ferner Fluorit nicht vorkommt, bleiben nur 4′, 4″, 4‴ übrig. Laut Verzeichnis hat 4‴ Quarz mit Anhydritnadeln, bzw. jetzt nur mehr langgestreckte Hohlnadeln in Quarz. Da an jeder größeren Stufe solche Hohlnadeln zu sehen sein müßten (es steht kein sp. = spärlich dabei), ist auch 4‴ ausgeschlossen. 4″ hat Zeolithe oder Feldspat, die hier fehlen. Es bleibt nur Typus 4′. Von diesem sind vier Fundorte angegeben, wovon I, III auch Stufen für Museen geliefert haben, was im Verzeichnis durch Fettdruck der Zahlen angegeben wird. In III zeigt der Quarz $(11\bar{2}1)$ $(31\bar{4}1)$ häufig, wovon auf dieser Stufe nichts zu bemerken war. Dagegen überzieht grüner Chlorit den Quarz, was für Fundort I Haselgadenkehle bei Göschenen zutrifft. — Ein anderes Beispiel: Fluorit rot mit Rauchquarz. Man sieht unter Fluorit nach und findet Vorkommen unter Graniten I und basischer Hornblende führenden Gesteinen (IIIa, 1″ u. 9). Da das Muttergestein aber weißlich ist, keinerlei Spuren von Hornblende oder deren Zersetzungsprodukte zeigt, kommen nur die unter I angegebenen Fundorte in Betracht. Abgesehen davon zeigt der Fluorit in IIIa, 9: H 2 statt H 1 der Stufe. Von den Typen unter I scheidet 1′a aus, da kein Anatas und Brookit zu sehen, und Flußspat nur H 1 und deutlich rote Farben zeigt. Da Zeolithe fehlen, scheidet 3 und 2′ aus; da Eisenglanz fehlt: 4″; und da Adular fehlt: 6b. Also bleibt nur 1′. An der Stufe ist kein Chlorit zu sehen, was auf XXI deutet. Der Quarz zeigt deutliche Zuspitzung durch steilere Rhomboeder, die Prismenflächen sind rauh; also ist XXI Piz Frunt, Vals, der Fundort, der, da die Zahl unterstrichen, Museumsstufen geliefert hat. Der Verkäufer hatte statt dessen den Fundort unrichtig mit Val Giuf (auch im Kanton Graubünden) angegeben.

Als weiteres Beispiel ist eine Stufe aus der Mineraliensammlung der Universität Straßburg nach dem Buch von P. Groth genommen: p. 122: „Maderanertal, dick tafelförmige Kalkspatkristalle, 0 R, 2 R, mit Skolezit und Stilbit.“ Man sieht hier zunächst unter Skolezit nach und findet im Granit die Fundortstypen 2, in basischen Eruptivgesteinen IIIa, 3 u. 15 angegeben. 15 scheidet aus, da Sphen auf der Stufe fehlt.

In den Graniten wiegt Quarz im Fundortstypus 2 vor, während Calcit zurücktritt. Groth gibt aber keinen Quarz an, ferner ist dort, außer in dem Fundort V, der kaum Museumsstufen geliefert hat, Chabasit stets häufig, sogar vorwiegend vertreten. Also kommt nur der im Syenit des Aaremassivs gelegene Fundortstypus IIIa, 3 u. 15 in Betracht. Von diesen hat nur I die Skolezitkehle, an der Nordwestwand des Schattigen Wichels, Museumsstufen geliefert, und zwar wie aus den zugehörigen Literaturangaben zu ersehen, schon vor der Zeit, als P. Groth sein Buch verfaßte. Dazu stimmt der Habitus des Calcit. — Ein weiteres Beispiel p. 177: Apatit, St. Gotthard, mit Adular, Albit, Glimmer und Quarz, teils

wasserhell, teils trübe Kristalle. Die Angabe auf feldspatreichem granitischen Gestein kann einen Anhaltspunkt geben und erweist sich auch als richtig.

Man sieht in dem Verzeichnis zuerst nach, welche Fundorte gleichzeitig in größerer Menge Apatit und Muskovit geliefert haben, da dies die selteneren Mineralien sind, und findet von vielen Fundorten, die jedes dieser Mineralien für sich in Klüften führen, nur 6 und $6^0$, in dem beide zugleich vorkommen. Adular kommt in beiden reichlicher vor; Albit ist in keinem von beiden reichlich. Also muß zunächst im Hauptverzeichnis nachgesehen werden. In 6 ist Apatit schwach lila gefärbt, ist häufig, aber nicht vorherrschend. In $6^0$ ist er dagegen mit Adular das vorherrschende Mineral; also kommt $6^0$ in Betracht. Fundort II, der viele Museumsstufen geliefert hat, zeigt trüben weißlichen Apatit, in dem die Form $(11\bar{2}2)$, die P. Groth erwähnt, häufiger vorkommt. In 6 ist $(11\bar{2}2)$ nicht angegeben. Demnach ist, da Anatas nicht erwähnt wird und der Apatit zum Teil trübe, der Fundort II, Sellasee am Gotthard sichergestellt. Dem widersprechen auch zeitlich die Literaturangaben nicht.

Das folgende Verzeichnis enthält weniger Mineralien, als Kenngott in seinen „Minerale der Schweiz“ angibt, da hier nur die Kluftmineralien aufgenommen, die Mineralien in Gesteinen, Erzgängen und die der Sammelkristallisation im Dolomit weggelassen wurden. Bei allen Bestimmungen sind die Ergänzungen und Berichtigungen des Nachtrags (vgl. p. 93) zu berücksichtigen.

Tabelle I.

| | I | IIa und IIb | III |
|---|---|---|---|
| 1. Quarz | Überall | Überall | Fehlt oder ssp. in IIIa: 11, 14, 16, 16a, 16b, 17, 18, 20, 20a, 22, 22′; b: 1″, 1‴ |
| Quarz und Calcit allein vorwiegend | 12 (daneben auch Sphen) | a: 2 (auch mit Sphen) | a: 12; b: 2″ |
| 2. Amethyst | 9 | (b: 8) | b: 5 |
| 3. Rutil als Haare frei | — | b: 4′ (2, 2′, 3, 3′, 6, 6′, 6″, 6‴) | (a: 9); b: 2 |
| haarförmig im Quarz | 10 | b: 2″, 6, 6a, 6b (b: 2, 6‴, 6⁗, 9) | a: 8 (a: 9, 15) (b: 2) |
| Rutil als Sagenit, als Nadel und als dickere Kristalle frei | (5′, 5″, 6, 6a, 9, 10) | a: 1; b: 6, 6′, 6″, 6‴, 6a (3, 2, 8) | b: 1, 1′, 2, 3, (b: 1″, 4, 2′, 5; a: 16, 20) |
| auf Hämatit | 5′ (5″) | b: 8, 8a, 8b, 8c (7), 9 | — |
| 4. Anatas | 1a′ (5, $6^0$, 6″, 13) | b: 1″, 2, 2′, 3, 3′, 3″, 4″, 6⁗, 8a, 8c (1′, 4, 4′, 5, 6′, 8, 9) | a: 15; b: 1, 2 (a: 10) |
| 5. Brookit | (1a′) | b: 1, 1′, 1″, 2′, 3′, 3″, 4, 4′ (b: 2, 4″, 5, 6⁗, 8) | — |

| | I | IIa und IIb | III |
|---|---|---|---|
| 6. Hämatit in Kristallen (von Blättern, die in Quarz eingewachsen, abgesehen) | 4, 4′, 4″, 4‴, 5, 5′, 5″, 15 (2, 6, 8) | b : 7, 8, 8a, 8b, 8c (5) | (a : 4, 4′, 10) |
| 7. Ilmenit (Crichtonit) | ($6^0$, 6″) | b : 5 (b : 2, 2′, 3, 3′, 4′, 4″, 6′, 6⁗, 8a) | (a : 20, 22) |
| 8. Magnetit | — | b : 8a, 8b, 8c, 8′ 8″ | (a : 20) |
| 9. Galenit und Cerussit, Leadhillit, Wulfenit | 3 (1′, 2) | a : 3′; b : 1″, 2′, 3′, 3″ | (a : 1, 6) |
| 9a. Chalkopyrit (Malachit, Azurit) | — | b : 3′, 6‴, 8 (Malachit 8, Azurit 8) | - |
| 10. Pyrrhotin | — | b : 6‴ | (a : 16b) |
| 10a. Pyrit, häufiger, in großen Kristallen | 1‴ | — | b : 2′ |
| 10b. Sphalerit | — | b : 4′, 6‴, 6a‴ | - |
| 11. Aragonit | — | b : 6 | b : 1′, 2″ (b : 1) |
| 12. Dolomit | — | (b : 6, 6″, 6‴, 6a) | a : 20, 21 (b : 1) |
| 13. Magnesit | — | — | a : 20 |
| 14. Siderit, zu Limonit verwittert od. Limonit (wohl aus Siderit entstanden) | 11″ (5″, 6a, 6′, 9, 10) | b : 1′, 4, 4′, 4″, 6, 6′, 6″, 6‴, 6⁗, 6a (b : 2, 8, 9) | b : 2′, 2″, 3, 4, 5; a : 20 (a : 15; b : 1, 1′, 2, 2′, 2″, 3, 4) |
| 15. Pseudomorphosen von Limonit nach? | — | b : 1′, 4′ | - |
| 16. Baryt | — | b : 4′, 8 (6) | - |
| 16a. Strontianit | — | b : 8 | — |
| 17. Hornblende meist als Amianth frei aufgewachsen (Aktinolith) | — | - | a : 1, 1′, 1″, 2, 2′, 6, 10; a : 17, 18 (a : 3, 3′, 3a, 5, 14, 15) (b : 1) |
| 18. Hornblende-Amianth in Quarz | — | — | a : 16a (a : 5, 6); b : 2, 2′ |
| 19. Hornblende-Asbest | — | — | a : 17, 18 (a : 16b, 19) |
| 20. Diopsid | - | - | a : 19 |
| 21. Adular in größerer Menge | 1a″, 4″, $4^0$, 5, 5′, 6, 6′, $6^0$, 6a, 6a′, 6b, 6″, 7, 7′, 7a, 7b′, 8, 13, 14 (5″, 12) | a : 1a; b : 2′, 3, 3′ 3″, 5, 6⁗, 7, 8a (b : 2, 4′, 8, 9, 11) | a : 1, 1′, 1″, 2, 2′, 3, 3′, 3″, 3a, 4, 5, 6, 15 |
| 22. Albit in größerer Menge | 5″, 7, 7′, 7a, 7b′, 11, 11′, 11″ (5, 6, 7a′) | a : 1, 1a; b : 4, 4′, 4″, 6a, 9 (b : 1) | a : 13, 14, 16, 16b, 17; b : 1, 1′, 1″, 2″, 4 (b : 2, 3) (a : 15) |

| | I | IIa und IIb | III |
|---|---|---|---|
| 23. Disthen | — | b : 11 | — |
| 24. Turmalin | (6″), 14, 15 | b : 8″, 9, 10 (b : 2, 6′, 6″″, 8, 8a) | a : 20 (a : 15); b : 4 (b : 1″, 2) |
| 25. Hessenbergit | (5a′) | — | — |
| 26. Beryll | 16 | — | — |
| 27. Phenakit | 4⁰ | — | — |
| 28. Datolith | — | — | a : 2′ |
| 29. Axinit | 7b′ | — | a : 2′ |
| 30. Danburit | 7a′ | — | a : 2′ (10) |
| 31. Talk | — | — | a : 20, 22, 22′ |
| 32. Nakrit | — | b : 6b | — |
| 33. Epidot | 1, 7a′, 13 (1′, 2, 4″, 5, 5″, 6, 6a′, 7, 12) | — | a : 2, 10, 16, 16a, 17, 19 (a : 1, 1′, 2′, 3, 3′, 4, 5, 6, 8) |
| 34. Muskovit | 5, 5′, 6, 6′, 6⁰, 7a, 8, 11′, 14 (5″, 7a, 7′) | (b : 6, 6″, 6″″, 6a, 8a, 9, 11) | b : 1 (b : 1′, 2, 2′, 3, 4, 5) |
| 35. Chlorit in größerer Menge (—) fehlt an einzelnen Fundorten dieses Typus | 1, 1a′, 1′ (—), 1″, 1‴, 2, 3, 3′, 4, 4′, 4″, 7a′, b, 7a, 11, 14 (1a″, 5, 5′, 6″, 7, 7a′, 11′, 12) | b : 2, 2′, 3″, 4, 10 | b : 1, 1′ (a : 1, 3 (—), 3′ (—), 3a, 4, 4′ (—), 5, 6 (—), 9, 10, 12, 14) |
| 36. Ripidolit | — | b : 6b | b : 1, 1′, 1″, 2, 2‴ (2′) |
| 37. Prehnit | 6a′ (7, 11, 13) | — | a : 16a, 16b (a : 2′, 6, 11, 16) |
| 38. Milarit | — | — | a : 3′, 3″ |
| 39. Faujasit | — | — | a : 3a |
| 40. Skolezit | 2 | — | a : 3 (a : 15) |
| 41. Laumontit | 2 (3, 2′, 6⁰, 6a, 6b, 7, 11) | (b : 5) | (a : 3, 15, 16b, 17) |
| 42. Chabasit | 2, 4″ (2′, 3, 5, 6′) | — | a : 3, 3′, 3″, 15 (a : 3a, 4, 4′, 11) |
| 43. Desmin | 2, 2′, 3, 4″ (5, 5′, 6, 6⁰, 6a, 6′, 6″, 7, 8, 13, 14) | — | a : 3, 3′, 3″, 4′, 8, 11, 15 (a : 4; b : 2‴) |
| 44. Heulandit | 2, 2′, 3 (6a, 9) | — | (a : 3, 8, 11, 15) |
| 45. Apophyllit | (3) | — | a : 3 |
| 46. Sphen (Titanit), wenn häufiger | 5″, 11, 12, 13 (3′, 5′, 6′, 7a′, b, 7, 9, 11′, 12) | a : 1, 2 (b : 3″, 4′) | a : 1, 1′, 2, 5, 10, 15, 16 (a : 1″, 2′, 8; b : 1) |

| | I | IIa und IIb | III |
|---|---|---|---|
| 47. Apatit | 3′, 4⁰, 6, 6⁰, 6a, 6b, 7, 7b′, 11″ (1′, 1″, 2, 4‴, 5″, 6′, 7a, 7a′, 11′, 12, 14) | b : 4′, 6″ (b : 6a, 6′) | a : 1, 1′, 1″, 2, 2′, 10a, 14, 22′ (a : 3′, 3a, 4′, 6, 10, 15; b : 1) |
| 48. Monazit (Turnerit) | — | b : 6b, 6′, 8b (b : 5, 6″, 6⁗, 8) | (a : 16) |
| 49. Xenotim | 5′ | b : 8c (b : 6′, 8) | — |
| 50. Fluorit | 1′, 1a′, 2′, 3, 4, 6b (3′, 4″, 13) | — | a : 1″, 9 |
| 51. Anhydrit in Nadeln, die jetzt Hohlräume im Quarz bilden | 4‴, 8 | b : 6b (b : 8) | a : 4, 4′, 8 |
| 52. Scheelit | — | — | a : 1′ (10) |

## Kluftmineralien auf Carbonatgesteinen usw., IV.

### Tabelle II.

Calcit A : 1, 1′, 2, 4′, 5, 5′, 5″, 5a″; B : 1, 1′, 1a′, 1″, 2; C : 1, 1a, 3, 3′, 4 (C : 6; A : 2)
Quarz A : 2, 2′, 2″; B : 1, 1′, 1a′, 1″; C : 1, 1a, 1′, 2 (C : 6; A : 5)
Pennin C : 3, 3′, 3″, 4
Rutil A : 4′, 5″, 5 (C : 6; B : 1, 1′)
Idokras C : 3
Turmalin A : 5″, 5a″
Fluorit A : 1′ (A : 3)
Margarit B : 1, 1′
Albit A : 5‴; B : 1′, 1″, 1a′, 4
Skapolith C : 6
Gips A : 6

Dolomit A : 2′, 2″, 4′, 5, 5′, 5″, 5‴, 6
Adular A : 5‴, 5″ (5, 1′)
Pyrit A : 2′, 4; B : 1″
Epidot B : 2; C : 1, 1a, 4
Seltene Sulfide A : 4
Tremolit A : 3
Phlogopit A : 5″ (5a″)
Talk (A : 4)
Siderit B : 1, 1′, 1a′, 1″
Nickelgymnit C : 3 (Nachtr.) und IIIa, 18
Chrysokoll C : 3 (Nachtr.)
Gismondin C : 3 (Nachtr.)
Zirkon C : 3 (Nachtr.)
Anhydrit A : 6a
Chlorit A : 2′; B : 1a; C : 1, 1′, 1″

Kalkeisengranat (Topazolith) C : 2, 3″
Lazulith C : 5
Ilmenit (C : 3″)
Bergleder, Byssolith, Asbest usw. C : 1a, 3″ (C : 3, 4)
Zeolithe C : 2
Apatit (C : 3)
Titanit (C : 1, 3, 3″)
Perowskit (C : 3″)
Kalktongranat, Hessonit C : 1, 1′, 3
Diopsid C : 1, 3, 3″ (C : 4)
Klinozoisit C : 1, 4
Magnetit (C : 3, 3″)

Die Mineralien aus dem Dolomit von Imfeld, Campolungo, vom Baltschiedertal und von der Schiltfurgge sind hier nicht aufgeführt.

## Berichtigungen und Zusätze.

Neben einigen Berichtigungen und Ergänzungen sind im folgenden Literaturangaben, deren Fundortsbestimmung unsicher ist, kritisch verwertet; ihre Einreihung in das Hauptverzeichnis wird hier versucht. Das ist im Hauptverzeichnis, da es zur Grundlage im wesentlichen eigene Beobachtungen des Verfassers hatte, unterblieben, um durch längere Ausführungen die Übersichtlichkeit nicht sehr zu erschweren. Ferner sind dort mehrfach bei flächenreichen Kristallen aus der Literatur nur die wichtigen, den Habitus bestimmenden Flächen angegeben, andere nur mit „flr." oder „u. a." angedeutet und dazu die Literaturstelle angegeben. Auch dies soll hier ergänzt werden. Einige Änderungen und Umstellungen im Hauptverzeichnis bedingten ferner Korrekturen an dem Verzeichnis 3 (im Teil II Februar 1919 p. 7. ff.), das die zu den Fundorten gehörigen Gesteine enthält. Wo keine besondere Angabe steht, beziehen sich die Seiten auf diese Abhandlung Teil III.

Zu p. **6**, Z. 25. Die Ordnungszahl ist fett gedruckt worden (nicht unterstrichen). Bei dem häufigsten Typus sind die fett gedruckten Zahlen etwas größer. — p. **7**, Anm. 1: Verh. Dt. Geol. Ges. 1912, p. 512 u. 513. — p. **8**: G. vom Rath. — Z. 29, Ende: diesen. — Z. 31: eingeschlossenes. — p. **9**, Z. 24 ist der Nachsatz: „während etwa 150 in der Natur vorhandenen sind" zu streichen. — Z. 26 u. 27 statt unterstrichen: fett gedruckt. — p. **10**, Z. 21 fehlt: ist. — p. **11**, Z. 4: (IIIa, 6). — Z. 13: IIIb, 6 (II). — Z. 5: IIIa, 6 (III). — p. **12**, Z. 31: einen. — Z. 32: IIIa, 6 (III). — p. **13**, Z. 1: IIIa, 6 (I oder II). — Anm. 1 am Ende noch zu ergänzen: oder es sind Klüfte nur selten aufgerissen. — p. **14**, Z. 7 von unten: ist aber nicht das $CaFl_2$. — p. **15**, Z. 12: Karte der Münchener Sammlung. — Zu p. **17**. Die Zahlen bei den Abhandlungen von Baumhauer sind falsch gesetzt worden. Vor H. Baumhauer und C. O. Trechmann sollte 1 stehen, und alle andern Abhandlungen haben eine um 1 höhere Reihenzahl. Also statt 1: 2 usw. — K. Busz statt K. Buss. — Statt H.: L. Desbuissons. — Bei Brugnatelli statt Ähung: Ätzung. — Bei Bücking statt Rotlani: Rotlaui. — p. **18**. Bei Hessenberg statt Abt.: Abh. (Abhandlung). — F. Gonnard, Ref. Zt. f. Krist. **39**, 186, 1904 (Quarz, Binnental (A. Lercheltini?) und Monte Rosa). — p. **19** bei Lardy 2: Axinit vom Scopi. — G. vom Rath 4.: p. 492 gehört zu Granat vom P. Alpetta. — p. **20**: irrtümlich H. Schardt, statt: Golliez, Eclog. geol. helv. Ref. 5, 290, 1898, aus C. R. Soc. vaud. sc. nat. 1. Juill. 1896. — C. Schmidt, Zt. f. Krist. **24** (nicht 27), 137, 1895. — Zu N. J. f. Min. 1869, p. 342 statt Schrauf: Scharff. — H. Schuster, Tscherm. Mitt. **5**, 397—457, 1883; **6**, 301—514, 1885. — Ferner zu erwähnen: Chr. Tarnuzzer, Zt. f. prakt. Geol. **10**, 217, 1902, Über Asbest von Poschiavo und A. Bodmer-Beder, Ztrbl. f. Min. u. Geol. 1902, 488. C. Schmidt, Zt. f. prakt. Geol. Heft 5. 77, 1917. — p. **21**, Wi 2, noch zu erwähnen: Der Chabasit auf Rauchquarz kommt nach Wiser wahrscheinlich vom „Crispalt", was früher die Bezeichnung für die

Mineralien aus der oberen V. Giuf war. Die ganze Bergkette vom jetzigen Crispalt bis Piz Giuf hieß Crispalt. Die Stufe ist also von einem der Fundorte IIIa (3). Der Quarz mit Chabasit, den Escher von der Linth im Binnental als vom Mte. Albrun erhalten hat, kommt wohlvon IIIa, 15 (II). Epidot vom Sustenhorn z. T. auf Quarz. Diopsid mit Adular und Amianth vom Maggiatal. Der Diopsid vom Maggiatal wird schon 1822 von Wanger, Taschenb. f. Mineralogie, S. 66 und von Lardy l. c. S. 254 erwähnt. Der Fundort ist jetzt nicht mehr bekannt. Titanit, fleischrot, klein mit Chlorit auf Quarz vom Etzlital. IIIa, 5 (III oder IV?). — Aus Wisers Berichten wurden nur die Vorkommen erwähnt, die sich lokalisieren ließen und die für die vorliegende Untersuchung in Betracht kommen. — p. 22, Z. 3 v. u.: 1'' (VII). Ferner letzte Zeile nach „am Calmot“: I, 1'' (VIII und VIIIa). — p. 23, Z. 4 statt „steileren Rhomboeder“: Zuspitzung. — Z. 21: Rotlaui [IIIa, 10 (XI)]. — Z. 6 v. u.: Tieflauitals [vgl. IIIa, 6 (I und II)]. — Zu p. 23 A. L. 6: In J. G. Sulzers Reise von 1742 wird noch erwähnt, „unreifer Amianth mit grünlicher Farbe“ vom Wirtshaus am Stäg wohl die Fundorte im Tieflauital (Teiftal) bei Ried, Amsteg [III, 6 (I und II)]. Am Teiftal vorbei führte die alte Gotthardstraße über das Ried, und das Teiftal hinauf ging der Weg zum Bergwerk „an der Stuben“. Sulzer erwähnt den Fund an der Urslaui; dort „für 200 fl. Kristall“. — In der Sandbalmhöhle [I, 1' (I)] waren damals die Gänge 100 Schritt lang. — An einer Alphütte zwischen Oberalpsee und Bünden Kristalle vom „Silebozen“ wohl aus Val Val oder Val Giuf vgl. A. L. 10). — p. 24, Z. 18: wohl IIIa, 1 (bei II). — Z. 8 v. u.: IIIb, 2 (IV). — Z. 6 v. u.: Taneda I, 6' (I). — Z. 4 v. u.: IIIa, 20 (IV). — Z. 2 v. u.: I, 2 (V) oder I, 3. — p. 25, Z. 8 v. u.: Campolungo [IVa, 4 (I)]. — Z. 4 v. u.: Lucendrosee (V. L.). — p. 26, Z. 12: Wylerstuden und vom St. Annaberg (IIIa, 20 (III, IV) und 22'). — Zu Z. 12 v. u.: „Titan“ ist eine vor 120 Jahren gebrauchte Bezeichnung für Rutil. — p. 27, Z. 12: Culmatsch [IIIa, 5 (VI)]. — p. 29. Bei Titanit, Zwilling nach (100), statt „nach (101)“. — p. 30: Anhydrit, Aufstellung wie bei Dana und Preiswerk (vgl. p. 81). — Das * bezieht sich nur auf die von mir besuchten Schweizer Lagerstätten; bei den außerschweizerischen, die ich meist gesehen habe, wurde es weggelassen.

Die in Teil II eingeklammerten Mineralien kommen nur an einigen Fundorten des betr. Typus vor. — Die Literatur über Analysen, physikalische Eigenschaften der Mineralien bekannter Fundorte soll im Teil IV folgen, ebenso die Beschreibung der Klüfte und der Differentiation in der Assoziation, und die physikalisch-chemischen Erklärungsversuche.

### I. (nicht Ia) Granite.

1. ist irrtümlich fett gedruckt. Die Assoziation ist selten.

**1'**. Die erodierten rosaroten Fluoritoktaeder von Ruäras (Ke **1**, p. 349) kommen wohl von einem der Fundorte am Wissen oder am P. Tiarms, östlich der Fellilücke, die früher ausgebeutet wurden und die Fluorit geliefert haben sollen, oder vom Schneehühnerstock (XV) östlich der Fellilücke. — Wie XVIII: Gelmergletscher, Grat von P. 3116 nach NW.

1'a. Zu II, **L**: Ke 1, p. 273 ? angeblich „Galenstock“ aber wohl sicher Juchlistock. — Der Fluorit von II besteht aus Kristallen mit ebenen, oft glänzenden Flächen, die Kristalle sind zu Gruppen vereinigt. Kenngott erwähnt Asphalt (?) als Anflug oder Einschluß in ? — Möglicherweise stammen die angeblich am hinteren Thierberg am Triftgletscher gefundenen Fluorite auch von II. — Ein Fundort am sö. Ende des Bächligletschers.

1''. Zu Teil II, p. 7: Im Aaregranit: I—VII, X—XIII, XVIII, XIX, XXII, XXIII. Im südlichen Aaregranit: VIII, IX, Xa, XIV, XV, XVa, XVII. Im Adulagneis: XVI, XXV. Im Gotthardgranit: XX, XXI, XXIV. Im Gasterengranit: XXVI, XXVIII. Im Tessinergneis: XXVII. — Die von Kenngott 1, p. 8 erwähnte Basisfläche an einem Quarz von Riental habe ich nirgends beobachtet. — Zu 1'' oder zu IIIa, 6 oder zu IIb, 3' (III) gehört die Quarzgruppe, an der V. Goldschmidt (Tscherm. Mitt. 24, 157 und 167, 1905) einen Zwilling nach dem Reichenstein-Grieserntal Gesetz fand. — Als XXVIII: In einem Tunnel der Jungfraubahn schöne, klare, kleinere Quarzkristalle, die häufig Chlorit einschließen. Vielleicht von hier oder aber zu Typus IIb, 3' oder IIIa, 6 gehören die von Zyndel erwähnten (**L**: Zy 2) Zwillinge nach dem Zwickauer Gesetz vom Finsteraarhorn und nach dem Lötschentaler Gesetz vom Lötschental. — Von einem mir unbekannten Fundort im Berner Oberland kam vor mehr als 20 Jahren Quarz, der violetten Chlorit einschließt und von braunem Chlorit bedeckt ist. (**Sa**: Dr. Engelmann-Basel). In XVI: An Rauchquarz selten $(50\bar{5}3)$. — Zu XXVI: An Calcit nach Grenouillet noch als seltene und kleine Flächen: $(06\bar{6}1)$ und unsicher $3\,R\,{}^7/_3$ und ${}^5/_2\,R\,{}^7/_3$ — p. 32, Z. 20 statt IVa: IV'. — Zu III: Flüssigkeitseinschlüsse des Rauchquarz etwa 92 Prozent wässerige Lösung, 8 Prozent $CO_2$ nach J. Koenigsberger und W. J. Müller, Ztrbl. f. Min. 1906, p. 72. — Zu IVa: Zu den gelben oft traubenförmig angeordneten Chloritkugeln gibt p. 151 Kenngott als Fundorte Sidelhorn, Guttanen an. *NW. der alten Brücke, Spitallamm, Grimsel.

1'''. Zu Teil II, p. 8: Im nördlichen Aaregranit: I, II, IV. Im südlichen Aaregranit: III.

2. Zu Teil II, p. 8: VIII, XII, XIIa gehören zum nördlichen Aaregranit. — VI: Desmin ist schon bei der Auskristallisation teilweise vom untern Ende aus, das Konvergenzpunkt des Büschels ist, in Skolezit umgewandelt. Die abgerundete Oberfläche besteht noch häufig aus Desminsubstanz. — Als XV wäre ein Fundort bei Viesch, Viescher Gletscher nach Ke 1 anzuführen mit Quarz, Adular, auf letzerem Skolezit in kleinen halbdurchsichtigen Nadeln, gelblichweißer Chabasit H 1, Calcit. Vielleicht stammen diese Stufen aber von einer Stelle der Kluft von 2' (Giebelsbach), wo kein grüner Fluorit, wenig Desmin, aber mehr Adular vorgekommen wäre. Hierzu ? **L**: Ke 1, p. 191, 193, D. Wiser, N. J. f. Min. 1839, p. 115 (Mesotyp).

3. Teil II, p. 8: VI gestrichen. V zum nördlichen Aaregranit. — Apophyllit nur in V, als Kruste mit H 1, z. T. klar, z. T. Chlorit einschließend oder auf Bruchflächen von Quarz mit H 2; auch mit Laumonit. **Sa**: Str. Ohne Laumontit **Sa**: Sel. — **L**: Gro 1, p. 235 und 273; Sta 1. — Fluorit; in II auf Bleiglanz gr. — Chabasit; nur in IV. — In II: Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz mit $H_2O : CO_2 = 100 : 1$. **L**: vgl. hier oben unter 1'' (III).

3'. Teil II, p. 8: Auch Fluorit. VII zum nördlichen Aaregranit.

4'. V: Eisenbahnbrücke, Göschenen.

4''. I gestrichen. — Zu Ia ?: nach Ke 1, p. 349. Fluorit blaßgrün, blaugefleckt, abgerundete Oktaeder mit rauhen Flächen. Ferner zu Ia: Flüssigkeitseinschlüsse mit 83—92 Prozent wässeriger Lösung und 17—8 Prozent $CO_2$; die Libelle verschwindet bei etwa 220°. 7 Prozent der Lösung sind feste Bestandteile, hauptsächlich Na, daneben K. Ca (Li ?) und Cl, $SO_4$, $CO_3$ als Säureionen. **L**: vgl. oben unter 1'' (III). — **L** zu 4'' im allgemeinen: Ke 1, p. 282, Hämatit vom „Bristenstock" ? Ferner rosaroter Fluorit mit Quarz, Adular, lamellaren Hämatit von „Tavetsch" kommt sicher von einem der Fundorte am Fedenstock oder Bächistock.

4'''. Teil II, p. 8: III Riental wurde hier gestrichen und ist zu IIIa; 4 gestellt worden.

5. Zu Teil II, p. 8: In aplitischen Orthogneiss des Binnentals: XVII*. — In XV: Flächen des Hämatit nach meiner Messung; nach Hessenberg l. c. (0001) $(11\bar{2}0)$; $(22\bar{4}3)$ $(10\bar{1}0)$ $(51\bar{6}1)$ $(40\bar{4}1)$. — III. *Südl. etwa 50 m unter Gipfel Prosa. — Die Fundorte von 5 liegen meist in aplitischem Gotthardgranit.

5'. I: Hämatit dicke Eisenrosen, (0001) konkav, $(10\bar{1}0)$ konvex. Die Messung von Calderon: H 3 mit $(42\bar{6}7)$ + $^2/_7$ R 3, (nicht $62\bar{4}7$). Bei der von mir gemessenen Ausbildung außer $(1, 7, \bar{8}, 32)$ noch $(7, 1, \bar{8}, 32)$. Der Fundort liegt an der Nordostseite des Passo Lucendro. Mancher Rauchquarz von da zeigt auf den Rhomboëdern Fleckenverteilung, weil $(10\bar{1}1)$ und $(01\bar{1}1)$ verschiedenen Glanz besitzen (Ke 1, p. 11). Es ist die sog. Damaszierung (Wi 9). — Adular, wohl von hier, zeigt nach Ke 1, p. 69 und 79. (Fundorte nach Ke „Fibia" und „Lucendro") H 2 mit (021) $(\bar{2}01)$; nach Ke auch Zwillinge, Drillinge, Vierlinge nach (021). Ob diese Adulare nur von hier oder auch von einem andern Fundort kommen, ist schwer zu entscheiden. Für den dem Adular meist auch anhaftenden Hämatit von hier ist charakteristisch die Ausbildung in dicken, kurzen Rosen, meist mit etwas aufgewachsenem Rutil. Die Angaben von Kenngott über Adulare ist nur soweit sicher lokalisierbar, daß die Fundorte westlich von Hospiz lagen. An einem Adular beobachtete Kenngott (nach Hi 1, p. 1382): H 3 ohne $(\bar{2}01)$ mit $(\bar{2}03)$ $(\bar{5}01)$ oder $(\bar{1}02)$; an einem andern: H 2 mit (021) (100) (011) $(\bar{2}21)$ $(\bar{1}33)$. — p. 37, Z. 3 v. u.: „zum Teil gr. — „Sphen" usw. — Zu III ?: Ke 1, p. 225 „Fibia". — Eine einzigartige Assoziation ist nach Wiser 18 beim Bau der Oberalpstraße zwischen Andermatt und Tschamutt 1864 gefunden worden: Quarz, Rutil in langen, orangeschwarzen Nadeln, kl. farbloser, flächenreicher Apatit; Titanit grünlichgelb, spitz sechsseitig tafelartig; Chlorit, Hämatit. Als Fundortsbezeichnung bei Kenngott 1, p. 360 steht „Andermatt".

5''. Vielleicht von I: nach Ke 1, p. 224 „Spitzberg" Sphen gelbbraun, glänzend dick $(\bar{1}12)$ (102) (100) (001) (021) (111) $(\bar{1}32)$ (310).

6. IV: Piccola Fibbia (wohl dasselbe wie Pomonetto della Fibbia bei Wiser) eine Spitze etwa in Luftlinie 300 m ESE von Fibbia. — III liegt 300 m tiefer als der Gipfel der Fibbia in der oberen Fortsetzung (Valletta) des Riale della Fibbia. — XII: Am unteren Ende des Lucendrogletschers, von der cascata del ghiacciaio etwa 200 m nach SW.: Adular, Quarz, Apatit wie in II, Muskovit, Chlorit hellgrün. Sa: By. — Apatit „am Mätteli bei der Rotundbrücke", Gotthard, wohl *Lucendrobrücke; nach Ke 1, p. 360 lilafarbig; (0001) $(10\bar{1}0)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$. — Zu V oder VI: Ke 1, p. 359 vom „Lucendro" und „Lucendrotal" Apatit, Quarz, Muskovit, Chlorit, Laumonit, Apatit $(10\bar{1}0)$ $(20\bar{2}1)$ $(10\bar{1}1)$ $(10\bar{1}2)$ $(10\bar{1}0)$ $(11\bar{2}1)$. Zu VII ?: Ke 1, p. 359 „Fibbia" und „Weg zur Fibbia". — II: Der Apatit im zweiten von mir gemessenen Habitus zeigt noch (0001) als drittgrößte Fläche. — Zu I?: Ke 1, p. 361 „Südseite des Gotthard". — Aus den meisten Klüften bei 6 Apatit ursprünglich lila.

6°. Teil II, p. 8: I—IV in Gotthardgranit (Sellagneis). — I: Anatas H 1, H 2 und (110), nach Ke 1 p. 265 unten, „an der Fibbia", mit Adular, Apatit, Laumontit, Muskovit und verwittertem Pyrit. — V: Nahe bei 6 (XII) vgl. oben, Apatit rosa; Adular einfach klar; Quarz ssp. Sa: By.

6a. In I und II: Apatit, klein, farblos, sehr flächenreich, nach Ke 1 p. 362, vom „Riental". — p. 360 „Großtal", derselbe Apatit mit Adular, Chlorit, Titanit. — In I: Adural

nach Ke 1, p. 66, 73 und Hi 1, p. 1383: H 2 ohne $(\bar{1}11)$, oft ohne $(\bar{2}03)$, öfters mit (100) oder (021) „Rhonegletscher“, „Galenstock“, „Zumdorf“. — In Teil II, p. 8: (Skolezit, Heulandit) zu streichen, weil VII im Teil III gestrichen ist.

6b. Hierher gehört vielleicht der von Wiser erwähnte Fund beim Ban der Oberalpstraße (vgl. hier p. 96 bei 5′) in Glimmerschiefer (= gepreßtem Granit). — 6′. Teil II, p. 8: Als akzessorische Mineralien noch (Sphen). — Zu VI gehört vielleicht das Vorkommen (Ke 1, p. 358) von der „Fibbia“ Apatit s. flr., dicktafelig; Adular, Desmin, Laumontit, Chlorit, Albit, Muskovit, Quarz, grüner Epidot, Hämatit, Pyrit. — Zu V ?: Ke 1, p. 361 „Südseite St. Gotthard“.

6″. Zu Teil II, p. 9: Im Gotthardgranit und Kristallinagranit: I—III. — Ib: Wohl von hier die sehr großen, langen, gelblichen Bavenoer Zwillinge des Adular „aus der V. Cristallina“ z. B. in Sa: Dr. Seligmann, Hi 1, II, p. 1381.

7. Zu Teil II, p. 9: Im Kristallinagranit: I—IIa. — Zu I, p. 42, Z. 4 v. u. statt $(21\bar{3}3)$ $(31\bar{2}3)$. — Zu II bzw. IIa: Periklinvierlinge nach Ra 4: H 1 mit $(\bar{4}03)$ ohne (130), daneben auch $(\bar{2}01)$ $(\bar{2}\bar{2}1)$ $(\bar{4}\bar{4}3)$; unsicher sind (450) $(4\bar{5}0)$. — Die Periklinvierlinge sind zum Teil von Chlorit überzogen oder lückenhaft infolge Einlagerung von Chloritpulver und zwar $(1\bar{1}0)$ stärker als (110), was die Erkennung der Zwillingsbildung erleichtert, (010) und $(0\bar{1}0)$ weniger, (001) (201) stärker überzogen. Nach Seligmann (**L**: Sel 3) ist die Fundortstelle der von G. vom Rath beschriebenen Periklinvierlinge der Ostgrat des Piz. Miez, also II. — Zu V (V Fortunei): Auf Quarz und Adular sitzen stellenweise kugelige Büschel fein verfilzter Nadeln eines Minerals, das auch von heißer HCl nicht angegriffen wird. Es sind flache Nadeln von rechteckigem Längsschnitt, nach Flächen || Längsachse spaltend; auf diesen Längsflächen gerade auslöschend, $n_p$ || Längsachse = 1,584, $n_g \perp$ = 1,586. Wahrscheinlich nicht einachsig, obgleich der Querschnitt in den Winkeln hexagonale Symmetrie zu besitzen scheint.

7a. Zu Teil II, p. 9: (Pyrit, Mesitin). — Zu I: Hämatit ssp. in kleinsten Blättern. IV. Oberes Ende der Valletta di S. Gottardo in der Richtung gegen Passo Lucendro: Quarz, h—d. Adular, gr. — V. Nahe Gipfel des Scai bei Piora: Quarz, Adular ssp., Muskovit.

7′. Zu Teil II, p. 9, bei 7′b noch (Epidot). In Gotthard(Kristallina-)granit: 7′a und 7′b.

7′a. Danburit zeigt außer den hier überhaupt nicht erwähnten Vizinalflächen noch folgende seltene oder sehr kleine Flächen nach Hintze und Schuster: (001) (5, 11, 0), (vgl. H 1, p. 101). — Die (Sel 3) angeblichen Topaskristalle vom P. Rondadura sind nach zuverlässiger Mitteilung eines damals Beteiligten vom Ausland nach der Schweiz gebracht worden. Südl. Rondaduragipfel alte Kristallhöhlen.

7′b. I: Calcit nach Ra 1, p. 424 auch $(21\bar{3}1)$. — Die von G. vom Rath erwähnten (Ra 1, p. 410) Axinitkristalle auf Adulardrilling der Freiburger Universitätssammlung kommen wohl von II. — Ob der von G. vom Rath 1, p. 410, erwähnte Calcit in Skalenoeder, bis 3 Zoll groß vom „Scopie“ von 7′ stammt, ist zweifelhaft. Dasselbe gilt für den Anatas (ebenda) auf Quarz.

9. Zu II ?: Amethyst, Adular, Siderit, in Limonit umgewandelter Pyrit (Hi 1, I, p. 1391). — Zu III ?: n. E. Weiss (Niederrhein. Ges., Bonn, 9. Dezember 1871, p. 149), sitzt der Amethyst vom Wallital bei Biel auf blaßem Quarz oder Rauchquarz kappenförmig oder szepterartig Die Zwillingsgrenzen des Amethyst sind nach Gro 1 p. 97 so

deutlich, wie an keinem andern Vorkommen, $(10\bar{1}1)$ sehr glänzend, $(01\bar{1}1)$ völlig matt. I: Amethyst auch in **Sa** Dr. Engelmann, Basel. Der Sphen ist rot gefärbt, klein, mit unebenen Flächen.

10. IV: Der Fundort liegt auf der Fellitalseite in der Gand, etwa 2700 m ü. M., Rauchquarz ist hell, in ihm feine goldgelbe Rutilnadeln. Daneben Hämatit sp. in gebrochenen Tafeln (0001) und Limonit sp. V. Ob Seeli am Gütsch, Oberalp.

11'. III: Sphen vom Greno di Prosa: (Koe) (102) (100) (001) $(\bar{1}12)$. Das Gestein ist scheinbar ein Glimmerschiefer, in Wirklichkeit nur ein tektonischer Schiefer, der nach oben ausgewalzt ist, aus Eruptivgneis (Sellagneis), aus Gesteinen der Tremolaserie und deren Randfazies und aus Sedimentgneis (Maigelsgneis) bestehend.

12. I: **L**: Ra 1, p. 409; Hi 1, 1626; Titanit rötlich; **Sa**: Sel.

13. Zum Teil II, p. 9: (Epidot Pyrit).

14. Zu I?: Ke 1, p. 356 „Maggiatal". — Zu II?: nach Ke 1, p. 184, Hi 1, p. 344, Turmalin trigonal mit Endflächen $(10\bar{1}1)$ $(02\bar{2}1)$ $(01\bar{1}2)$ und außer den angegebenen Mineralien noch Hämatit. — Zu Teil II, p. 9: (Titanit, Albit).

16. Im Protogin (Aplitgang) von mer de glace bei Chamounix kl. himmelblaue Beryllkristalle (**L**: P. Groth, 1, p. 232 und Des Cloizeaux, Bull. soc. min., **4**, 94, 1881).

### IIa. Sedimentgneis.

1. II: Sphen gelb, Koe (**102**) (001) (100) $(\bar{1}12)$ $(\bar{1}32)$ (010) (111), häufig Zwillinge nach (100); auf Albit aufgewachsen. — I: Sphen gelb bis rotgelb; ähnlicher Habitus wie bei II, aber Flächen schlechter.

### IIb. Metamorphe sedimentäre Schiefer.

Die Serizitschiefer in unmittelbarer Umgebung der Kluft sind durch Quarzlösung gehärtet; daher ist das Muttergestein an der Stufe nicht immer leicht erkennbar. Wo Anatas vorkommt, finden sich stets, wenn auch im Verzeichnis nicht immer ausdrücklich bemerkt, einige Ilmenitblätter.

1. Vielleicht zu dieser Assoziation Brookitfundort an Ruine Zwinguri nach Ra 1, p. 397 und mündlicher Mitteilung.

1'. II: In dem alten (aus dem 16. Jahrhundert?) Erzstollen, der als „Goldschacht" bezeichnet wird, ist als Erz nur Pyrit zu bemerken.

2. Zu Teil II, p. 10: In Serizitschiefern des Aaremassivs: ist VII, im Glimmerschiefer des Gotthardmassivs IV und X zu streichen. — Als XVI: Bettlibach bei Niederwald, Viesch, nach Ke 1, p. 273: Anatas H 1, Adular, Sagenit, Limonit.

2'. Im Hauptverzeichnis p. 49, Druckfehler: 2" statt 2'. — In Teil II, p. 10: In Glimmerschiefer des Adulamassivs: IV—VIb. — Einer der Fundorte I, II, III wurde schon 1837 von Lusser erwähnt (vgl. p. 51 oben), 1841 und 1855 von Wiser, 1860 ein neuer von G. vom Rath. — Hierher oder zu 4 folgende Assoziation: Quarz häufig außen, mit gelber Kruste von Limonit überzogen, dadurch zitrinähnlich. G. vom Rath unterscheidet als Altersfolge: (1) weißer Quarz und kleine Albite, darauf (2) Quarz H 1 mit gelber Kruste, auf diesen klarer Quarz (3) liegend, $(10\bar{1}0)$ bisweilen gekrümmt, und in Tafeln oder etwas gewundenen Reihen aneinandergeschlossen. Auf Quarz (1) und Quarz (2) sind Brookite

halb eingewachsen; es ist auf Quarz (1) und auf der Stufe öfters, selten auf Quarz (2) und (3), Anatas aufgewachsen. — Wohl in I: zeigt Brookit nach Bücking bei Gro 1, p. 110: (100) (001) (110) (021) (104) (122) (322) (234). — Zu II?: nach Ke 1, p. 315 vom „Krüzlital“: Calcit $(01\bar{1}2)$ mit spitzeren Rhomboedern, Quarz, Rutilnadeln zum Teil in Quarz und in Calcit. — In I oder III: Anatas nach Ra 1, p. 397: H 2 mit (101) (113); nach Ke 1. p. 264 noch (112) und (115).

3. Zu Teil II, p. 10: VIII gestrichen.

3′. Zu Teil II, p. 10: Glimmerschiefer des Adulamassivs: IV, V. — Zu II: Wohl 4: Ke 1, p. 272, „Langental“ mit Albit, Siderit, Rutil, der die Brookittafeln durchdringt, ohne Adular.

3″. I: Mittelegg in den Steinhalden am oberen Ende des steilen Grasrückens zwischen Käs- und Bändertal. Auf dem Sphen selten gelber dünner Brookit aufgewachsen. — Zu II oder III: Sphen nach Ra 1, p. 398.

4. Zu Teil II, p. 10: (Adular, Pyrit, Calcit, Limonit). — Zu II oder 6⁗ (IIc) wohl Ke 1, p. 263 und 272; danach wäre in II noch kl. Adular, verwitterter Siderit, Rutil in braunen triangular angeordneten Nadeln.

4′. Zu Teil II, p. 10: In Serizitschiefern des Aaremassivs: I—VI. — V: Am oberen Ende der Steilabstürze, die das vordere Liplankental nach oben abschließen. — Die Pseudomorphosen von Limonit nach? hauptsächlich in I und II und dem älteren Fundort. In I: Gelegentlich sehr kleiner Quarz oder Albit auf Brookit.

4″. In I?: Ke 1, p. 263, „Cavreintal“ Anatas auf Quarz, mit Epidot.

5. I?: „Grieserntal“ nach Ke 1, p. 282 oben, vielleicht auch „Maderanertal“ p. 281, wo noch Albit neben den andern Mineralien. Der sogenannte Hämatit ist Ilmenit, H 1 mit $(11\bar{2}0)$ $(22\bar{4}3)$ $(01\bar{1}2)$.

6. Teil II, p. 10: (noch Aragonit, Baryt). — Zu II?: „Tal Naps“ nach Ke 1, p. 295, Siderit, H 1 auch mit $(01\bar{1}2)$, sattelförmig gebogen, bisweilen von Rutil und Quarz durchwachsen, oft mit kleinen Pyrit von H 2 überzogen. — In I „Medelsertal“ nach Ke 1, p. 295, 296, Siderit H 1 auch mit (0001), braun mit glänzender Oberfläche, zugleich mit Quarz. — p. 53, Z. 6 und 7 und 20, statt $(10\bar{1}2)$ $(01\bar{1}2)$. — Zu 6 oder 6a(I): „Furkastraße“ nach Ke 1, p. 297, vorwiegend Siderit $(01\bar{1}2)$ mit Rutil, auch als Einschluß in Quarz und dann unverändert. — Im „Nalpstal“ Aragonit nach Ke 1, p. 325. — Rutil von I, II oder III? „Nalpstal“ und „Medelsertal“ nach Ke 1, p. 258 und 259, auch mit Endflächen wie (111) (101) und (321). — Von hier wohl auch nach Ke 1, p. 317 „aus Tavetsch-Tal“ Calcit $(01\bar{1}2)$ mit Limonit und Pyritkörnchen bedeckt, auf Quarz aufgewachsen, begleitet von Rutil; an der Stufe Glimmerlamellen.

6′. Teil II, p. 10: (Baryt, Adular, Xenotim); III ist in Teil III gestrichen. In Glimmergneis des Adulamassivs: Va, X, XI. — Monazit von IVa, VI, VIa zeigt außer den angegebenen Flächen bisweilen noch einige recht kleine andere, die bisher an Monazit nicht beobachtet. Siderit ist gelegentlich halb oder ganz in Quarz eingewachsen; in letzterem Fall ziemlich frisch gelbbraun. In VII: (Ke 1, p. 261) Anatas, H 1, dunkelbraun und -blau oder H 2 auch mit (101) (110) (113); wenn tafelig nach 001, so gelbbraun. Der auch bei Ke 1, p. 261 erwähnte Titanit ist sicherlich Turnerit. Calcit von angegebenen Habitus schließt nach Ke 1, p. 318 gelegentlich Anatas ein. — p. 54, Z. 9 statt $(10\bar{1}2)$: $(01\bar{1}2)$.

6''. Teil II, p. 10 noch (Dolomit, Chlorit, Pyrit). — In I nach Ke 1, p. 361, aus „demselben (Tavetscher-) Tal“ Apatit in dem für I—V als zweiten angegebenen Habitus.

6'''. Auch 6'''a im Sericitphyllit des Gotthardmassivs. — Zu 6a''' nach Ke 1, p. 383: lose, korrodierte, rauhe, schwarze, oktaedrische Kristalle von Sphalerit mit Spuren von Rhombendodekaederflächen. Sie sind undurchsichtig, stark eisenhaltig, genau wie die von 6''' (IIa). Vielleicht sind auch bei 6a''' die braunen Pyritkristalle gefunden worden, die umgeben waren von dunkelgrünem mit Quarz gemengten Glimmer, nach Ke 1, p. 387. — Zu I: Antimonit. L: Ke 1, p. 367; Pyrrhotin nach Hi 1, I, p. 640, dicktafelige Kristalle, auf der Basis mit trigonaler in blätterige Absonderung oder Täfelung übergehende Streifung.

6''''. Teil II, p. 11 (Glimmer, Turmalin, Apatit). Zu I: Große bis zu 50 cm lange Quarzkristalle, die braunen Turmalin (sog. Turneritnadeln) und Ilmenitblätter einschließen. Häufig sind die Rhomboederflächen einige mm unter der jetzigen Begrenzung von weißem Staub von ? bedeckt; dadurch wird milchige Trübung des Kristalls veranlaßt. Vom „Tavetschertal“ nach Ke 1, p. 317, Calcit grau $(01\bar{1}2)$ und mit sehr spitzem Skalenoeder, Adular, Quarz, Anatas H 1, wohl von Fundort I.

6a. Teil II, p. 11 (Dolomit, Glimmer). — Zu V: Ke 1, p. 302 „Niederwald“ Calcit, Dolomit mit H 1, Albit, Quarz, Glimmer. Ähnlich? „Niederärnen“. — Ke 1, p. 307, Calcit mit $(01\bar{1}2)$ und auch $(10\bar{1}0)$ mit Periklin und Siderit „von Steinhaus am Lauibach zwischen Niederwald und Müllebach“. Rutil nach Ke 1, p. 246, „Aernen“ nach Wi. 5: Ke (110) (100) (111) (101) (210) (321) und vielleicht von hier auch die ähnlichen von Hes 5 beschriebenen dünnen langprismatischen schwarzroten Kristalle (100) (110) (210) (101) (111) (321) in löchrigen Resten von verwittertem Siderit. — Nach Ke 1, p. 164 im Giebeltal (Binnental) die vollständige Assoziation von 6a.

6b. Teil II, p. 11: (Siderit).

7. Teil II, p. 11: V gestrichen. — In II: Hämatit; p. 57, Z. 4 v. u.: $(21\bar{3}0)$ zu streichen, da von Levy nicht beobachtet.

8. Zu Hämatit p. 58, Z. 21 (nach Hes 4) statt $(21\bar{3}0)$: $(21\bar{3}1)$, dazu $(62\bar{8}1)$; ferner nach Hes auch folgender Habitus: H 5 mit $(11\bar{2}0)$ $(10\bar{1}0)$ $(62\bar{8}1)$ $(40\bar{4}1)$ $(15, 7, \overline{22}, 2)$. Sicher von Cornera ist der Hämatit mit Rutil nach Ke 1, p. 279 angeblich „Medelser Tal“. Von Cornera wohl der von Rose beschriebene Quarz, bei dem die Individuen der Dauphineer Zwillinge deutlich sichtbar durcheinander gewachsen sind, die + und — Rhomboeder verschieden glänzend sind und Fleckenverteilung zeigen. Zu Rutil als Literatur noch Breithaupt, Levy, Haidinger, Pelikan, Söchting, bei Hi 1, I, p. 1600. — Zu p. 60 oben: Der Baryt, wie ihn auch Kenngott 2, p. 354 und Ke 1, p. 330 beschrieben hat, hat außen weiße Kruste, ist innen klar, daneben Quarz, auf dem Calcit mit $(21\bar{3}1)$ $(01\bar{1}2)$ aufgewachsen. Auf der Stufe sitzt stumpfrhomboedrischer Calcit, daneben Siderit H 1, halb in Limonit umgewandelt, einzelne freie Rutilnadeln, wenige Hämatitlamellen mit aufgewachsenem Rutil, Anatas mit (112) (001), Chlorit und kleine tafelartige Albitzwillinge. Der unbekannte Fundort dürfte mit dem von X identisch sein, der entweder bei VIII oder bei II lag. — Strontianit von Cavradi beschreibt Ke 1, p. 327. Anhydrit ist erwähnt Ke 1, p. 333.

$8^0$. Zu II ?: Ke 1, p. 281, Hämatit von „Nieder- oder Oberwald“.

8'. Nach Ra 1, p. 389 Magnetit „häufig in Talkschiefer der Rheinschlucht namentlich

im Tavetsch“. Dies ist zum Teil, wohl das Vorkommen (IIIa, 20, I), vielleicht auch eines im Lavezsteinbruch im Wald gegenüber Selva.

9. In Teil II, p. 11: III streichen. — Zu I oder II: Ke 1, p. 115, Turmalin in Quarz oder mit Adular „Taneda“. — Als VII: Bei Unterwasser (wohl Längisalp, *In der Gand oder In den Lammen) unweit Obergesteln nach Ke 1, p. 113, braune Turmalinnadeln mit blaßgelben trigonal gruppierten Rutilnadeln, Limonit, zersetztem Chlorit auf und in Haufwerken brauner Glimmerschuppen. Darunter Quarz und brauner Glimmer. — Zu I und Ia: Ra 1, p. 402, „Monte Taneda“ und Ke 1, p. 297, „St. Gotthard“, wo braune Turmalinnadeln in Siderit und Adular eingewachsen, zusammen mit Muskovit, Quarz, auch Rutil vorkamen. — VIII: Ähnlich wie I nach Ke 1, p. 296, am Bettelbach bei Niederwald, zu Rosetten vereinigte, stumpfe Rhomboeder von Siderit mit schwarzem Turmalin auf kleinkörnigem Gemenge von Albit und Glimmer. — Ähnlich das Vorkommen „Binnental“, Ke 1, p. 296.

### IIIa. Syenite mit Gängen, Diorite, Amphibolite, Serpentine etc.

1. Gelegentlich schließt Quarz auch Adular in kleinen Einzelkristallen oder Reihen ein, vgl. Ke 1, p. 25, in Rauchquarz vom „Crispalt“. — Der Hornblendeamianth bildet meist die Fortsetzung der Gesteinshornblende. — Zu II oder IV: Wi 5 und Epidot von „Mittelplatte“ nach Ra 1, p. 398. — Zu IX: Quarz, H 3, auch zweispitzig, bisweilen etwas gewunden. An Adular sind infolge Parallelverwachsungen oft (001) und (101) verschmolzen. — p. 63, Z. 6: Apatit zeigt $(14\bar{3}1)$, nicht $(13\bar{4}1)$. — IVb: östlich (nicht westlich) Giufseeli. — VIIa: N. K. 38, südöstlich vom Gipfel des Schattigen Wichel. — VIIIa: Roter Wichel; große Quarzkristalle, h. N. K. III, 17. — XIIa: Sphen in Kreuzzwillingen, ähnlich wie XII. — XIII: Etwas unter P. 2327. — Östlich von XIII, höher etwa 2800 m ü. M., unter der Gratspitze südlich der Fedenlücke ein anderer Fundort.

2. Zu II oder IV: Gewundener Rauchquarz, **L**: Ra 1, p. 398. — Zu 2 (II) oder 3′ (V) oder 10 (II) Epidot grünlichgrau-hellbraun vom „Oberalptal“ nach Hes Abh. 1 bei Hi 1, II, p. 236: H 1 ohne $(\bar{1}01)$ (110) (111) aber mit (103) $(\bar{3}01)$ (113) $(\bar{6}23)$. — Vielleicht hierher auch Ke 1, p. 105: Epidot mit H 1 ohne (111) (011) $(\bar{2}01)$, Quarz, Byssolith, Chlorit vom „Maderanertal“.

2′. Danburit gehört in der Sukzession etwa zur 3. Folge, ebenso Desmin (3). — Zu II: In Grünschiefer des Lötschental (Bachm) noch Heulandit zu erwähnen. Calcit $(10\bar{1}1)$ bis 5 cm groß, bisweilen Tafeln nach (0001) mit Chlorit überzogen oder (0001) $(01\bar{1}2)$, oder $(10\bar{1}1)$ als Kern umhüllt von $(21\bar{3}1)$ $(21\bar{3}2)$. Vielleicht ist das der von Fellenberg 1, p. 302 erwähnte Ort in den Schutthalden nördlich Gampel. Ob Axinit auch am Meiggbach in Hornblendegestein zusammen mit Quarz, Calcit, Asbest vorkommt, ist der Aufzählung von Fellenberg (l. c.) nicht zu entnehmen.

3. Calcit statt an erster, besser an dritter Stelle, da nicht überwiegend. — Zu I?: nach Ke 1, p. 192 am „Mutsch“ Chabasit, Kontaktzwillinge nach $(10\bar{1}1)$, Heulandit, Desmin, Quarz, schwärzlich grüner Glimmer (Chlorit) und kristallinische. Partien von Keramohalit. — Bei VII: Gesteinbreccie mit Desmin verkittet und dicke, gelbe Desminkrusten mit Rauchquarz und Amianth (F. Weber).

3′. Teil II, p. 12: (Chabasit) zu streichen. — II: Das Gestein ist eine primär und tektonisch metamorphe Randfazies des Syenit, jetzt ein Muskovit-Biotitgneis mit Andesin.

— Die Assoziation der ältesten Milaritfundstelle Ke 2: Adular H 1; Quarz d.; Chlorit in kleinen Schuppen auch im Milarit; Sphen braun; Calcit in Tafeln; Apatit schwachlila; Chabasit gelb; Milarit. Der Ort liegt an der Nordwestspitze der 2. Muotta gegen die Giufstöckli.

3''. p. 65, Z. 3 v. u.: H 4 oft mit (001), statt (100). — II: Östlich Crispaltstöckli, liegt im Aplit, ist auf der Karte etwas zu weit nördlich eingezeichnet.

4. Teil II, p. 12, Z. 13: VII statt VI. — Namentlich der Adular von III schließt Anhydrit ein. — Zu I?: „Rhonegletscher“ bei Ke 1, p. 333. — Zu IV?: „Crispalt“ Ke 1, p. 333.

4'. Zu I: **L**: Ke 1, p. 192 und 333. — Ferner nach Ke 1, p. 187 am Fundort „Riental“, der wohl I ist, noch Heulandit.

5. Teil II, p. 12, Z. 24: VIII streichen. Am Schluß von Z. 13 v. u.: XV hinzufügen. — Sphen ist häufig auf Quarz und Adular aufgewachsen. Zu I: „Rothenboden“; nach Ke 1, p. 66 hat Adular die Form wie manche sattelförmige gekrümmte Dolomitrhomboeder. Sphen nach Ke 1, p. 222 zeigt meist (102) ($\bar{1}12$), bisweilen noch (110) (021) (100). Ebenso Sphen von „Steinhaushorn“, „Sustenhorn“, p. 222. — Zu VIII?: Ke 1, p. 223, Sphen rhombisch-tafelartig, gelblich, grünlich, braun, „Grieserntal“. — VIIIa: Ke 1, p. 223, rotbrauner Sphen (100) ($\bar{1}12$) (021) (111) mit Adular, Quarz, wurmförmigen Chlorit. — In IX: Chlorit wurmförmig, bedeckt oft Quarz, Epidot, Calcit ($10\bar{1}1$), läßt Sphen teilweise, Calcitskalenoeder ganz frei. — IXa ist vielleicht mit IX identisch. — Zu II: Ke 1, p. 223 Sphen „Bristenstock“ und „Oberalpstock“, H 1 braungrau, mit Quarz, der von Chlorit überzogen; desgl. gelb durchscheinender Sphen und Adular, H 4. — Als XIX: Nach Fel 1, p. 302 und 303 am Meiggbach unterhalb Meiggen (alp?), Lötschental: Quarz weißlich, Zweispitzer und Szepterkristalle, chloritisiert. — Zu 5? wohl auch das Vorkommen vom Ruffibach bei Niederwald nach Ke 1, p. 97 mit Adular, Sphen, Calcit, Chlorit, Apatit, Albit, Glimmer.

6. = 6' von Teil II, p. 12. — III: Nach Hes F 3 und 4 an den Calcittafeln außer den angegebenen Flächen noch (10, 0, $\overline{10}$, 13). — In I: Dünner tafelförmiger Calcit nach (0001). — p. 69, Z. 24: IIIa zu streichen. — In III oder IIIa: Im „Grieserntal“ nach Ke 1, p. 365, Wulfenit (001) (110) gelb auf Galenit von H 2, mit Adular und weißem Calcitrhomboedern auf Quarzkristallkruste. — Zu III?: Untersuchung der Flüssigkeitseinschlüsse durch Vogelsang und Geißler, Pogg. Ann. **137**, 69, 1869. Libelle etwa $^1/_8$ des Volumens, also bei ca. 180° gebildet. Die Flüssigkeit besteht aus $H_2O$ und $CO_2$ und muß, da bei — 4° nicht erstarrt, wohl $NaHCO_3$ enthalten. — I liegt etwa 25 m über der Rüti im Ried; IIc 70 m über der Rüti. — IIa etwa 100 m nach Norden von der Talmitte weg. — Zu 6 (III) oder 10 (XI): **L**: Webs 3.

10. Zu I?: Nach Ra 1, p. 419 und 391, gelber Anatas (112) auf chloritbedecktem Quarz und schwarzer Turmalin. — Zu II: Daß die Winkel dieses Epidot sich denen des Zoisit nähern, beruht auf meinen Messungen. Nach Ra 1, p. 433 kommt dieser Epidot in flächenreichen, zuweilen über 4 Zoll großen Kristallen vor. [Der von Ke 1, p. 105 erwähnte Epidot (001) ($\bar{1}01$) (100) (101) ($\bar{1}11$) ($\bar{1}10$) mit Quarz, wurmförmigen Chlorit, Byssolith auf grauem feldspathreichen Gestein wohl von 2. aus dem Syenit]. — Eine äußerst seltene Assoziation mit Hämatit erwähnt Ke 1, p. 282 vom „Etzlital“. — Zu XI: Epidot nach

Bücking (Hintze 1, p. 235) zwei Typen mit oder ohne (010): Erstens H 5 mit $(\bar{1}, 0, 18)$ $(\bar{1}03)$ $(\bar{3}07)$ $(\bar{1}02)$ $(\bar{3}04)$ $(\bar{5}06)$ $(\bar{2}01)$ $(\bar{3}01)$ $(\bar{6}01)$ $(\overline{10}, 0, 1)$ (104) (210) (110) (012) (011) $(\bar{2}11)$ (111) $(\bar{2}21)$ tafelförmig nach (001) oder (100); oder (001) und (101) gleich groß. Seitlich herrscht (010) stark nach Kante mit $(\bar{1}11)$ gestreift. Zweitens H 3 mit $(\bar{3}04)$ $(\bar{2}01)$ $(\bar{3}01)$ $(\bar{7}02)$ (201) (012) (210) $(\bar{6}23)$ (113). Häufig in Parallelreihen, selten zu konzentrisch strahligen Büscheln vereinigt. Zwillingsbildung durch schmale Lamellen; seltener Durchkreuzungszwillinge angedeutet. An der Kammegg, zwischen Rotlauital und Steinhausalp, etwas südlich vom Grat, sind im Herbst 1918 an zwei Stellen Mineralklüfte von den Schweizerischen Eternitwerken in Niederurnen auf Asbest ausgebeutet worden. Die eine Fundstelle liegt 2150 m ü. M., direkt über dem Buchstaben „a", die andere in 2170 m ü. M., 300 m östlich von ersterer, zwischen den beiden Buchstaben „m" von „Kammegg" der Siegfriedkarte (Bl. 397). Die Kristallklüfte liegen in einem Gestein, das nach E. Hugi (Mitt. naturf. Ges. Bern, Februar 1919 und Eclog. geol. helv. **15.**, p. 490, 1919) besteht aus kontaktmetamorphen Sedimentgesteinen, die jetzt Glimmerschiefer, Glimmerhornfelse, Psammit- und Konglomeratgneise sind mit Schollen und Linsen von Hornblendeschiefern, Hornblendefelsen und Amphiboliten. Alle diese Gesteine sind von aplitischen und pegmatitischen Gängen, Adern und feinsten Trümmern durchsetzt und durchflochten, und in diesen parallel zur Schieferung verlaufenden Intrusionen prägen sich alle Übergänge von den wuchtigsten Injektionsstauungen bis zu den zierlichsten, in formenreichen Details sich verlierenden Injektionsfältelungen aus. Es sind das also Gesteine ähnlich wie die, welche ich (**L**: Koe 7, p. 14) als Schollengestein bezeichnete und als basische Eruptiva in Paragneisen auffaßte; sie finden sich auch anderwärts in vielen kristallinen Massiven. Hugi hält sie für Injektionskontakte des Protogins, während meines Erachtens die Ausbildung zu Paragneisen und Amphiboliten früher erfolgte. Für die Assoziation in den Mineralklüften ist der Unterschied in der petrogenetischen Deutung gleichgültig. Maßgebend ist, daß jetzt in Paragneisen und Glimmerschiefern basische Schollen von Hornblendeschiefern und Amphiboliten vorliegen, durchzogen von ebenfalls meist basischen leukokraten Adern. Die neu gefundenen Mineralien beschreibt Hugi: Epidot (1) in zahlreichen langstengligen bräunlichgrünen Kristallen z. T. mit Endflächen. Eine Stufe stellt ein konvergentstrahliges Bündel mehrerer langgestreifter Einzelprismen dar, von 6 cm Gesamtdurchmesser und 20 cm Länge. Asbest (2) ist Hauptfüllmaterial der Klüfte, meist langfaserig und die Fasern stehen, wie auch anderwärts, meist senkrecht zu Kluftfläche. Seltener ist die Hornblende als Bergleder ausgebildet, weiß bis braun gefärbt. Der Asbest bildete ein Wachstumhindernis. Er ist nach Hugi die Ursache der wechselvollen Skelettgestalten und Flächenverkrümmungen. Letztere treten hauptsächlich auf bei den kleinen, einfachen, wohl auch Asbest einschließenden trüben Adularen (3) mit H 4. An diesen sind die Kanten gewunden, die Flächen schraubenartig verdreht. Hugi nimmt als Ursache an mechanische Bewegungen des Asbest, in und an dem der Adular auskristallisierte, durch Verschiebungen oder Pressungen. Nach andern Vorkommen (z. B. IIIa, 5 oder 6) zu urteilen, wo ähnliches auftritt, obgleich nur wenig Amianth aber bisweilen reichlich Chlorit in der Kluft vorkommt, wäre meines Erachtens eher an Störungen des Raumgitters des Adular durch Einlagerung und äußeres Wachstumshemmnis zu denken. Der Adular ist oft mit dünner Eisenhydroxydhaut überzogen. Quarz (3b) klar, bisweilen

mit Eisenockerhaut. Häufig sind spiralig verdrehte Formen und verzweigte Skelettformen, letztere bis zu 16 cm Länge. Diese sind wohl Formen, wie die der bekannten korrodierten Quarze im Syenit in Klüften, wo Chlorit reichlich ist; z. B. IIIa 1 (IV). Ferner Kristalle mit sogenannten Ätz- oder Wachstumfiguren. Nach Hugi sind auch an der hangenden Asbestfaser flache Quarzkristallaggregate gebildet worden. Das geschah, wenn die c-Achse des ersten Kristalls zufällig horizontal lag. Dann erfolgt der weitere Ansatz von Quarz nach Hugi infolge der Wirkung der Schwerkraft nach unten, also ⊥ c-Achse, und so entstanden tafelige Kristalle und langreihige Aggregate solcher tafelförmigen Individuen. — Scheelit (4?) in zwei Exemplaren von demselben Fundort wie die früheren (vgl. p. 70). Die Kluft setzt auf am Kontakt einer Hornblendescholle mit den umgebenden Glimmerschiefern und Injektionsgneisen. Die sehr klaren, großen, bis 5,5 bzw. 6 cm ∥ c langen Kristalle zeigen nach Hugi: (111), untergeordnet (101) und Tritopyramide; an einem Kristall ist (001) angedeutet. Auf den Flächen Wachstumsfiguren.

10a. Teil II, p. 13 ist im Hauptverzeichnis gestrichen.

11. Heulandit H 1 mit Laumontit vom „Furggetal“ am „Mittaghorn“ (Eginerhorn bei Saas-Fee) nach Ke 1, p. 190. — Hierher oder zu 15: Am Tennerrück oberhalb Tennern, Lötschental (Fe 1, p. 306) in Amphibolit: Quarz, zum Teil braune und graue Szepterkristalle, Desmin, Heulandit (zum Teil wohl in Zusammenhang mit dem Galeniterzgang).

12. Teil II, p. 13: noch (Pyrit). Im Grünschiefer des Urserengneis: IV.

14. G. vom Rath, Zt. dt. Geol. Ges., **10**, 207, 1858, beschreibt Albit H 1 mit $(\bar{2}01)$ $(1\bar{3}0)$ $(11\bar{2})$ $(0\bar{2}1)$ in Grünschiefer vom Oberhalbstein. Ebensolche bei Stalla, von der Flixalp und Seesalp nach Ke 1, p. 81.

15. I: Adular nach Ke 1, p. 67 „Kreuzlital“, auch mit Chlorit überzogene Zwillinge nach (001). Heulandit nach Ra 1, p. 442 grünlichgrau, H 1, ohne $(\bar{1}11)$; nach Wi 3 und 4: H 1. — Sphen nach Busz: gelblichgrüne Durchkreuzungszwillinge nach (100); außer den angeführten Flächen beobachtete Busz noch (131) (111) (310) $(\bar{3}12)$. An kleinem blaßgelbem Titanit auf Adular (100) (102) (001) $(\bar{1}12)$; (111) (110) $(\bar{1}11)$ $(\bar{2}21)$ $(\bar{1}32)$ (021) [(720) (7, 2, 12) (3, 8, 22)]. — Calcit vom „Kreuzlital“ nach Ke 1, p. 314 und 315. Tafeln (0001) $(10\bar{1}1)$ oder (0001) $(32\bar{5}1)$ $(10\bar{1}0)$ worauf kleinerer Calcit mit $(21\bar{3}4)$ $(01\bar{1}2)$ (0001) oder $(32\bar{5}1)$ (0001) mit Desmin. — II: Sphen nach (Lew 1): (100) (102) (001) (111) (021) (310) (110) $(\bar{1}32)$ $(\bar{1}12)$; nach Ke 1, p. 229, „Binnental“ gelber Sphen $(\bar{1}12)$ (102) (001) (100) (021) (111) mit Quarz, Calcit, Chlorit, Epidot. Nach Hes Min. Not. 1 (vgl. Hi 1, p. 1629), hellgrüner Sphen $(\bar{1}32)$ $(\bar{1}11)$ (111) (102) auf Adular. Grüner flächenreicher Sphen Ke $(\bar{1}12)$ (102) (111) $(\bar{1}32)$ (001) (110) (021) (010) (011) auf Quarz mit Chlorit nach Ke 1, p. 229 oder auf Periklin mit Chlorit und lamellaren Hämatit (Ilmenit?). Quarz (Lew), sehr klar, außer den angegebenen Flächen noch $(80\bar{8}1)$ $(04\bar{4}1)$ $(05\bar{5}1)$ $(51\bar{6}1)$ $(41\bar{5}1)$ $(31\bar{4}1)$ $(23\bar{5}3)$ $(15\bar{6}1)$ $(13\bar{4}1)$; unsicher $(13, 0, \overline{13}, 3)$ $(13, 0, \overline{13}, 1)$ $(9, 2, \overline{11}, 2)$ $(17, 4, \overline{21}, 4)$. Calcit nach Ke 1, p. 309 „Albrun“ halbdurchsichtig $(21\bar{3}1)$ $(01\bar{1}2)$ (0 n m 1). Vom „Albrun“ nach Ke 1, p. 186 noch kleiner gelber Anatas, Eisenglanz, (Ilmenit?), Lamellen, braune Rutilnadeln und Desmin. — III: Nach Ke 1, p. 360 „Oberhalb Sellasee gegen Guspistal“ dünner, flacher Apatit mit Albit, Muskovit, Chlorit, braunem Titanit, am „Sella“ nach Ke 1, p. 226, Sphen große, ∥ b bis 5 cm lange, tafelig-spitze, sechsseitige

Kristalle, gelb, gelbbraun, grünlichgelb mit (100) (102) (110) (001); von Chlorit durchdrungen, mit Kernen von Basanomelan?; andere meist Kreuz- oder Berührungszwillinge (102) (100) (001) $(\bar{1}12)$ (021) (111). Vielleicht auch hierher (Hes Fo 2 und 4) von „Sella" schwefel-rötlichgelbe Zwillinge (100) (102) $(\bar{1}12)$ $(\bar{1}32)$ (111) (310) (110) (010) (001) (131) (021) $(\bar{1}11)$ (083). — Zu 15 vielleicht als VIII: Unterwasser bei Oberwald nach Ke 1, p. 228: Titanit gelb (102) $(\bar{1}12)$ (001) (100) (111) mit Kern von Basanomelan, Calcit, Periklin, Chlorit, Pyrit, Limonit. Fundort *Gand südöstlich P. 1916 Längisbach im Grünschiefer.

16. Teil II, p. 13: In Serpentinlinse des nördlichen Gotthardmassivs: V. In schmaler Serpentinlinse in Glimmerschieferzone des Gotthardmassivs: IV. — Zu II oder in 15 (II): Chabasit weißlich mit gelbem Titanit, Albit, Calcit H 1, nach Ke 1, p. 193, am „östlichen Abhang des Mte. Albrun".

16a. Teil II, p. 13: In Randfazies des Serpentin, Binnental: II, V. — Zu IVa?: Kugelige Gruppen von Prehnit mit ölgrauem Epidot nach Ke 1, p. 181 vom Allalingletscher. Hierher oder zu 11: Prehnit (110) (001) (010) (100) (130?) (031?) nach Ke 1, p. 181 und Hi 1, p. 481 vom „Findelengletscher".

16b. Teil II, p. 13 noch (Asbest). — Zu IV?: Ke 1, p. 181 vom Mittagshorn (Eginerhorn) bei Saas Prehnit, hellgrün, prismatisch oder zum Teil verwittert, äußerst matt, auf (001) kreuzförmig hellere Färbung, mit gelbem, ölgrünem Epidot, nadelförmigem, faserigem, weißlich-grünem Strahlstein, weißem Albit und weißem Calcit.

17. IV: Der Albit zeigt nach Ke 1, p. 85 und Hi 1, p. 1460 noch $(0\bar{2}1)$.

18. Teil 2, p. 13: (Pyrit) streichen.

19. Teil 2, p. 13, Z. 9 v. u.: I—V. — Diopsid vom Maggiatal (Ke 1, p. 179, Wi 2, vgl. p. 94) (100) (010) (110) (310) (001) $(\bar{1}01)$ mit gekrümmtem Adular H 4, Quarz, Chlorit, grauweißem Amphibolasbest vom Maggiatal, (vielleicht aus Lavezstein von V. Bavona?). Die Assoziation 19 zeigt Übergang zu IVc; 3 und 4.

20. Teil II, p. 13 noch Ilmenit. — IV: Magnesit usw. L: Ke 1, p. 298. — Zu VI und VIa: Nach Ke 1, p. 303 und 282 „Bristenstock" Ilmenit in talkigem Chloritschiefer. Dolomit in Talk begleitet von fein eingesprengtem Pyrit; auch großer Pyrit H 1, H 2, H 6, nach Ke 1, p. 391, „südl. Abhang des Oberalpstocks" im Etzlital.

22′. L: Ke 1, p. 355.

### IIIb. Tremolaserie.

1. I?: Gelber Anatas nach Ke 1, p. 265, H 1 und (111) (101) vom „Urserenspitz" auf lockerem Gemenge von Muskovit und Adular, auch von Sagenit und Quarz begleitet. Rutil von „Sella" nach Ke 1, p. 251, rotbraune, langprismatische Kristalle und nach p. 253 und 226 von „Urserenspitz" sehr kleiner blaßgrüner Sphen in und auf hohlen Zylindern von Rutil. III: Nach Ke 1, p. 224: „Zwischen dem Sellasee und Guspistale" Sphen, Albit, Chlorit, Muskovit. Zu VII oder ähnlichem Fundort: Nach Ke 1, p. 226 vom „Berg Prosa" und p. 225 „aus Gegend des Hospiz" bläulichgrüner Sphen, $(\bar{1}12)$ (111) (011) (110) mit Chlorit, Adular, Albit.

2. Teil II, p. 14 noch (Pyrit, Albit). — Anatas zeigt nach Boeris noch (11, 3, 45) (4, 1, 16) (4, 4, 21). — In einem der Fundorte von 1 oder 2: Rutil ist nach Ke 1, p. 250 und 252 bisweilen nach (301) verzwillingt. — Als X: Vorkommen von S. Carlo,

Piora nach Ra 1, p. 402, Quarz klar mit deutlich erkennbaren Zwillingsstücken und selteneren Flächen, Amianth, auch im Quarz sechsseitige Chloritblättchen, Anatas. Wohl aus Tremolaserie nördlich S. Carlo.

4. I: Ke 1, p. 116, grüner, nadelförmiger Turmalin in Quarz von „Puntanera". — Zu II?: Ke 1, p. 41, Quarz mit Gitterstreifung auf $(10\bar{1}0)$, etwa der Kombinationskante mit $(11\bar{2}1)$ entsprechend, schließt dunkelbraunen Turmalin ein. — Zu II oder zu Glimmerschiefer IIb; 9 (I): Ke 1, p. 114.

5. Unsicher ist, ob die angeblich auch noch bei Fort Airolo und am Bergsturz des Sasso rosso gefundenen Amethyste wirklich dort gefunden und nicht aus Tirol oder anderwärts importiert worden sind.

### IVa. Sedimente, hauptsächlich Kalksedimente.

1'. Teil II, p. 14: In Kalksedimenten nördlich des alpinen Zentralmassivs: I—VII.

2. Teil II, p. 14: In zum Teil quarzreichen, carbonatarmen oder freien Sedimenten der nördlichen Voralpen I—VII.

2''. Zu I?: Nach Ke 1, p. 389 am „Albrun" Pyrit (210) oder (111) (421).

4. Campolungo außer der bei Koe 2, p. 518 angegebenen Literatur noch: Ch. Lardy, in Taschenbuch f. d. g. Mineralogie von C. Leonhard her. I, p. 69, 1815. — Dolomit ist bei 4 stets Kluftmineral, aber nicht immer schön kristallisiert.

### IVb. Metamorphe carbonatführende Sedimente wie Kalkglimmerschiefer usw.

1. Teil II, p. 15: „Simplonmassivs": I—V. „Adulamassivs": VI.

1'a. Als II: Nolla bei Thusis nach Ke 1, p. 318, Calcit mit H 1 oder $(10\bar{1}1)$ $(01\bar{1}2)$, Quarz, Adular, Albit. Der Albit ist bis 5 cm lang, zeigt nach Hes F 4 (010) (001) $(\bar{1}01)$ oft mit $(1\bar{1}0)$ (110), auch $(1\bar{3}0)$ (130), oder $(0\bar{2}1)$ $(11\bar{1})$ $(11\bar{2})$, meist aus 4 Individuen und zwar aus 2 Zwillingen nach (010) in Karlsbaderstellung, so daß auf einer Seite alle $(1\bar{1}0)$ Flächen liegen. — Adular vorwiegend, in Bündnerschiefer östlich der V. Marscia, westlich Passo dei Sassi, südöstlich vom Poncione di Vespero bei Airolo, etwa 2450 m ü. M. — Bei Niederwald unweit Viesch, nach Ke 1, p. 306 Calcit $(21\bar{3}1)$ $(01\bar{1}2)$ $[(10\bar{1}0)]$ auch Zwillinge nach (0001), Limonit, Pyrit, Quarz, Adular.

Zu 1'a noch als III?: Albit H 1 ohne $(11\bar{1})$, mit $(1\bar{3}0)$, Muscovit (Margarit?) Limonit, von Villa, Bedretto nach Ke 1, p. 83.

2. Als II: Aus der Anpressungszone der schwarzen Schiefer mit Resten der Trias (Quartenschiefer und dolomitischer Kalk), an Granit: hellbraune Epidotstengel in Calcit und grüne Epidotstengel in Quarzband; *an der Westseite des Vallatsch-Scopi-Abhanges etwa in 2500 m ü. M.

### IVc. Kalksilikatschollen und Kontakte.

1. und 1a. Zu II?: Mittagshorn (Eginerhorn bei Saasfee) nach Ke 1, p. 97, Gemenge von feinkörnigem, olivengrünem Epidot mit schwärzlich-grünem, kurznadeligem Strahlstein gemengt, als Begleiter brauner Granat, weißer Apatit und Calcit.

3. Zu I: Nadelförmiger, rotbrauner Vesuvian nach Ke 1, p. 122, außer den angegebenen Flächen noch (221), ein ditetragonales Prisma und 2—3 ebensolche Pyramiden. —

IIa: Vom „Feegletscher" nach Ke 1, p. 127, hellgrüner, kurzsäuliger Vesuvian (Idokras) (110) (111) (100) (001) mit untergeordneten ditetragonalen Pyramiden. Diopsid in II nach Hes, außer den angegebenen Flächen noch (111) (021) ($\bar{1}$12) ($\bar{1}$11) ($\bar{3}$32) ($\bar{2}$21) ($\bar{3}$31). — In IIIc: Diopsid (Ke) (100) (010) (110) (001) ($\bar{1}$11) ($\bar{1}$01) hellgelblich-grünliche bis 3 cm lange und 1 cm dicke, auch nadelförmige Kristalle vom Saasgrat, Zermatter Seite nach Ke 1, p. 177. — Zu III oder IIIb?: Der von Zepharovich untersuchte Vesuvian von „Rimpfischwänge" zeigt (001) (116) (114) (113) (111) (221) (331) (101) (212) (737) (313) (312) (311) (110) (210) (100) mäßig lang säulenförmig mit ziemlich breitem (001), auf welchem ein System feiner Linien parallel den Kanten mit (110) eine treppenförmige Schichtung anzudeuten pflegt; auch auf andern Flächen sind häufig Wachstumserscheinungen bemerkbar. Er ist tiefschwarz und würde nach Ke 1, p. 221 Angaben, wie Hintze 1, I, p. 291 schließt, vom Strahlhorn stammen. Doch sind mir Fundort vom Strahlhorn nicht bekannt. Idokras ist an der betreffenden Fundstelle mit Pennin, der bisweilen auf dessen Basisfläche einen schuppigen Überzug bildet, kleinem weißen Calcit, honigbraunem Kalktongranat, grünlich-weißem Amphibolit-Byssolith vergesellschaftet. Ferner nach Zepharovich Idokras vom „Findelengletscher" (der Gletscher am Fuß der Rimpfischwänge) dunkelbraune, kurze Säulen (die kleineren sind grünlich), zeigen (001) (111) 113) (331) (101) (312) (311) (110) (210) (100) Basis getäfelt. Nach Wiser 28 vom „Findelengletscher" Idokras (001) (111) (101) (110) (100) [(311) (411) (441)]. Ferner nach Lewis (Min. Soc. London 7, 9, 1886). (110) (001) (100) (111) (312), bis 3 cm lange dunkelbraune Säulen mit tief gestreiften Prismen und parkettierter Basis, wahrscheinlich von Zermatt. — Zu IIIb?: Farblos halbdurchsichtiger Zirkon mit (100) (111) (311) auf Vesuvian mit Pennin an der „Rimpfischwänge" nach Ke 1, p. 195. — Zu III?: Chrysokoll als feiner stalaktitischer nierenförmiger Überzug an der Rimpfischwänge nach Ke 1, p. 206. — In IV: Rotbrauner Hessonit (110) (m, n, 0)?, Diopsid, fleischroter Titanit, weißer Calcit nach Ke 1, p. 131 vom „Gornergletscher". — II vielleicht mit VI identisch? — Ein anderer Fundort in der Nähe der unter III erwähnten am „Findelengletscher", wo nach Ke 1, p. 177 große, gerade oder krummschalig abgesonderte Stücke von Diopsid mit blätterigem Pennin, kleinen Magnetitkörnern; wohl auch von hier, Ke 1, p. 230, hellbraune oblong tafelartige Kristalle von Sphen. — Zu IV oder in dessen Nähe: a) „Am Gornergrat" nach Ke 1, p. 131: rotbrauner Granat H 3, mit Calcit, Byssolith, Chlorit (Klinochlor?), Epidot, Nickelgymnit, Gismondin in kleinen weißen, halbdurchsichtigen quadratischen Pyramiden. b) „Gornergrat" nach Ke 1, p. 230: gelbgrüner, tafelartig abgerundeter mit Pennin verwachsener Sphen, Calcit, Magnetit, Granat, Pennin, Buntkupferkies (Bornit), Chrysokoll, Limonit. Hier wahrscheinlich auch c) „Monte Rosa-Gletscher" nach Ke 1, p. 98: gelber, stengeliger Epidot mit Prehnit, grünem Granat, Grammatit; ferner gelblichgrüner, schilfförmiger Epidot, rotbrauner Granat, Helminth, Gismondin kugelig und ein weißes, Thomsonit ähnliches, kugelige Gruppen bildendes Mineral. d) „Matterhorn" nach Ke 1, p. 177, 178 blätteriger graugrüner Diopsid, bräunlich-roter Granat, wurm- und wulstförmiger Chlorit, gelber stengeliger Epidot.

3'. Zu I?: Pennin, den G. Tschermak, Sitzber. Akad. Wien, **99**, 240, 1890 beschrieb. Als II: Maniboden, Geisspfad **L**: Ke 1, p. 158; Preiswerk, vgl. p. 84 dieser Abh.

3''. Zu IIIb?: Perowskit „Findelengletscher"; in grünem Talkschiefer nierenförmige Massen, in denen kleine Drusen mit farblosen durchsichtigen Perowskitwürfeln (nach

Damour, Ann. des min. **6**, 512, 1854). Unter IIIb sind vielleicht folgende 3 wohl nahe benachbarte Fundorte vereinigt. $\alpha$) nach Hintze: Perowskit, Titanit, Pennin. $\beta$) nach Groth: Perowskit in dichtem oder großblätterigem Chlorit. $\gamma$) nach Brun: Perowskit mit grüner Hornblende und Tremolit in Chloritschiefer. — Vielleicht sind die Perowskitvorkommen ganz von 3'' abzutrennen; doch spricht dagegen, daß (in IIIb, $\alpha$?) Knollen brauner, körniger Zinkblende mit Kalkeisengranat vorkommen, von denen Kenngott annimmt, daß sie vom Fundort des Perowskit kommen, und hierzu Dufrénoy's Beschreibung, wonach stellenweise Perowskit der Zinkblende ähnlich ist, anführt. Bisher ist die Assoziation von Kalkeisengranat mit Perowskit noch nicht sichergestellt. — Vom „Strahlhorn" erwähnt Ke 1, p. 134 hellgelbgrüne Granaten (110) von hellgrünem wurmförmigen Chlorit begleitet. — Zwischen „Täschalp und Saasgrat" (also bei Saas-Fee) nach Ke 1, p. 134 helldunkelgrüne Granaten (110) mit Asbest.

4. Vgl. auch IIIa, 17. Zu III: Epidot nach Ke 1, p. 99 stängelige grüne Kristalle H 1, ohne (101) und ohne [(011) (111)] mit Pennin, grünem Diopsid, weißem „Feldspath". — Zu IV: Epidot zeigt nach Bücking außer den angegebenen Flächen noch (201) (012) (010) $(\bar{1}51)$. — An andern (001) (100) $(\bar{1}11)$; (101) $(\bar{1}01)$ (110) $(\bar{2}33)$ $(\bar{7}32)$. — Größere dunkelgrüne mit lauchgrünem undurchsichtigem Diopsid verwachsene Epidotkristalle, mit Calcit umgeben, (001) (100) $(\bar{1}11)$; $(\bar{2}01)$ $(\bar{1}01)$ (110) (011) oder statt $(\bar{1}01)$: (101) nebst (113). Ein anderer Epidot zeigt (001) (100) $(\bar{3}01)$ $(\bar{2}01)$ $(\bar{1}02)$ $(\bar{1}11)$ (011) $(\bar{1}03)$ $(\bar{1}04)$ $(\bar{2}11)$. — Ein anderer Epidot zeigt H 1 mit (702). (12, 0, 1) $(\bar{2}33)$ $(\bar{4}77)$ $(\bar{7}32)$ $(\bar{1}21)$ $(\bar{1}61)$! — IVa: „Gornergletscher" nach Ke 1, p. 98 ölgrüner durchsichtiger Epidot, Diopsid, Pennin, Grammatit, Calcit. — V: Am Stockknobel, Fuß des Stockhorn bei Zermatt, Epidot (001) (100) (010) $(\bar{1}01)$ $(\bar{2}01)$ (110).

Zu V. A oder B ein Vorkommen am Südwestgrat des Muttenhorn, etwa bei P. 2904, Quarz mit schwarzem, großem Turmalin, kurzprismatisch mit $(11\bar{2}0)$ $(01\bar{1}2)$.

dorte
ite des
als.
gfriedatlas)
000

Guferen
1529
Frutt
Balmenwald
1267
Balmen
Schachen
1213
Fruttlauien
Hint. Liplanken T.
Nied. Käsern
Karstelen Bach
Stössi
1172
Vord. Liplanken T.
1895
Stalden T.
Käs T.
Bänder T.
12
Griesern
1305
3
Fuhlrein Tal
Unt. Stalden
7'd
2315
Mittelegg
11
7'b
7'c
Griesern T.
1987
Liebegg
13
Ober Stalden
7'f
7'e
4
7
8
Ob. Beerenen
6
7
6'
5
2191
2
1
Kleines L. T.
grosses L. T.
Gamsplank

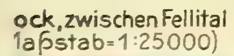
**Erklärung:**

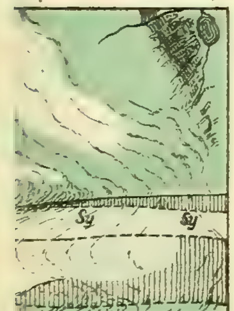
*Amphibolite und Hornblendeschiefer*

*Sericitschiefer*

*Sericitgneisse*

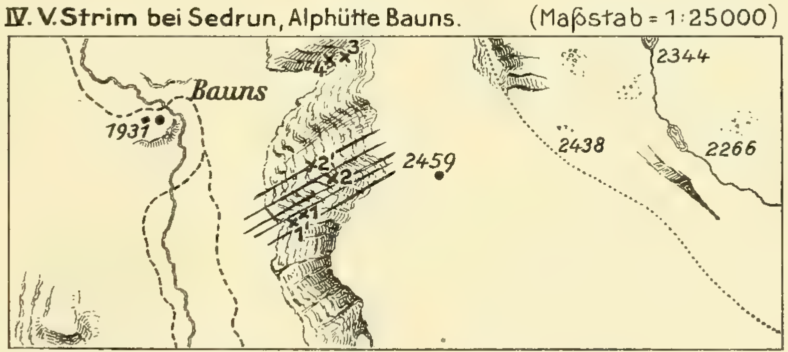
*Granit, seine porphyrische Randfacies nebst Quarzporphyr des Tscharren, carbonische Quarzporphyre.*


ock, zwischen Fellital
Iaßstab = 1:25000)



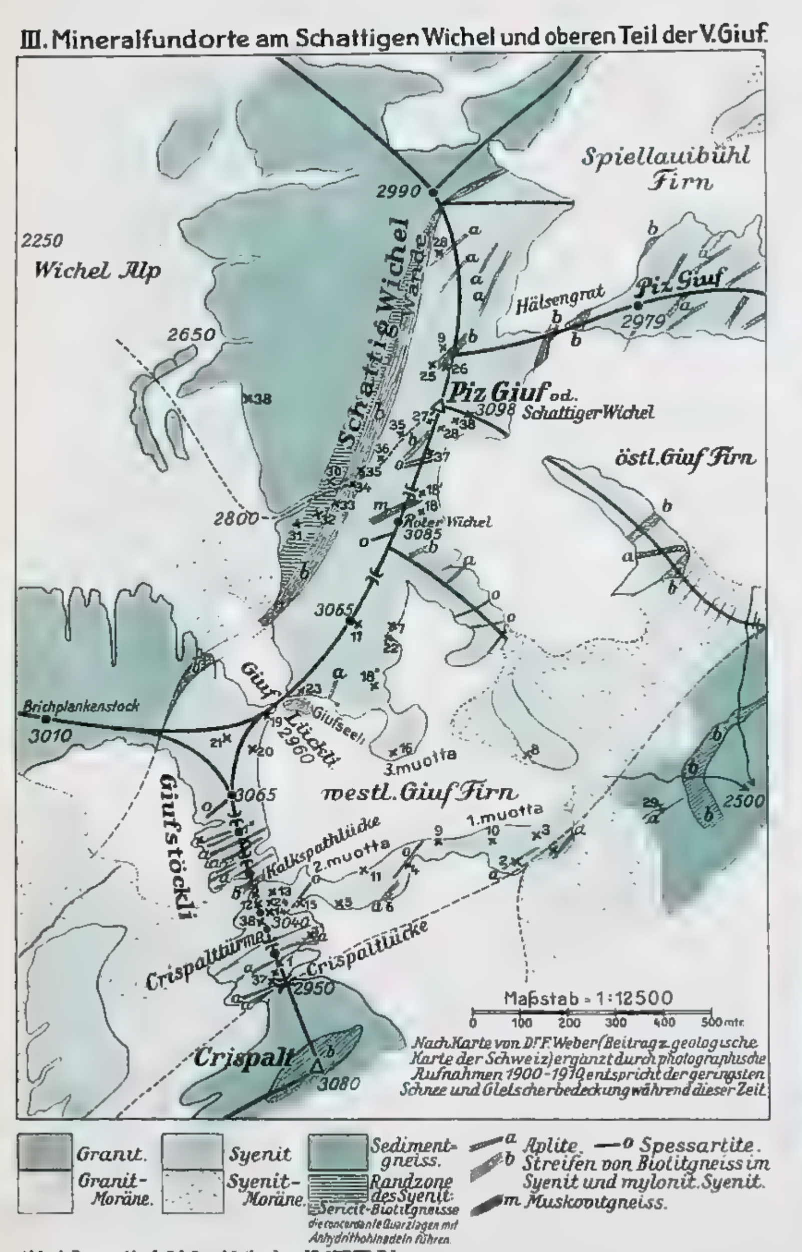

Randzone des Syenit: Sericit-Biotitgneisse, die concordante Quarzlagen Anhydrithohlnadeln führen.

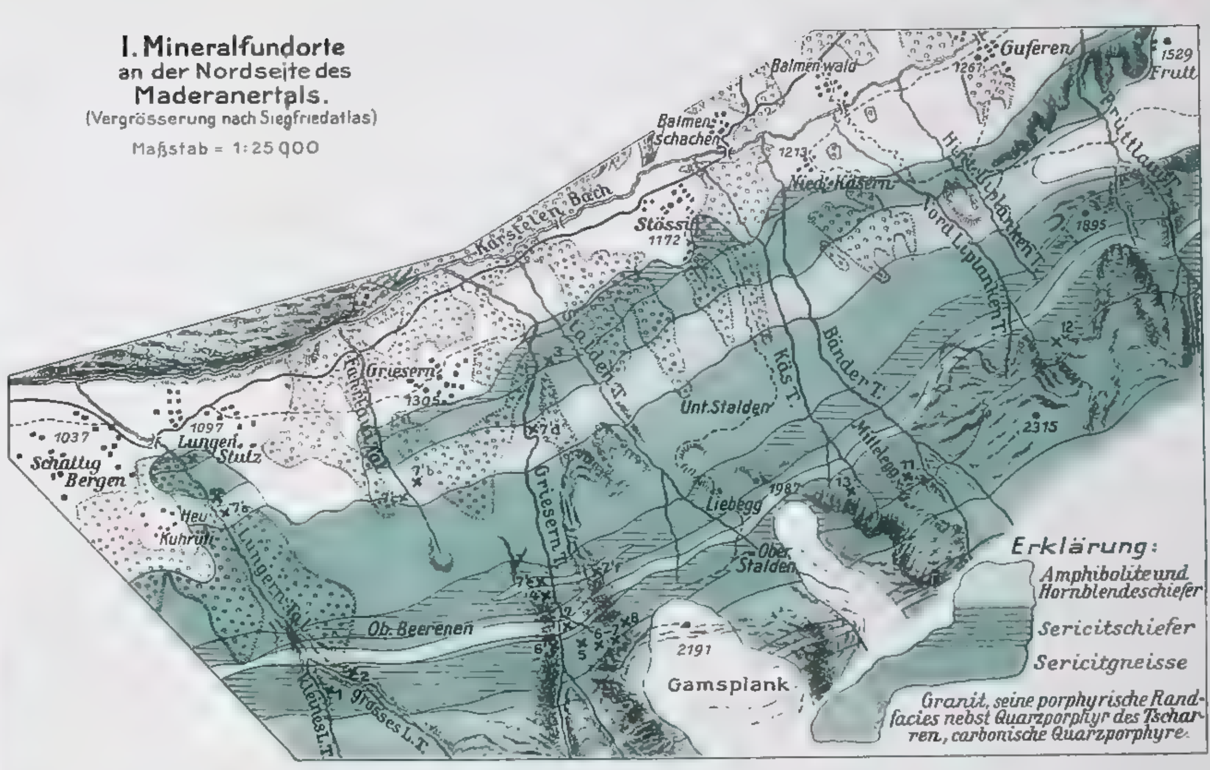
IV. V. Strim bei Sedrun, Alphütte Bauns. (Maßstab = 1:25000)




1) Anatas, gelb 1') Jlmenitfundort in sericit Dioritaplit.
2) Anhydrit in Quarz.
3) Anatas H2 mit vorherrschendem (001).
4) Ametyst.

Grahp. Kunst-Anst. v. Hub. Köhler, München.

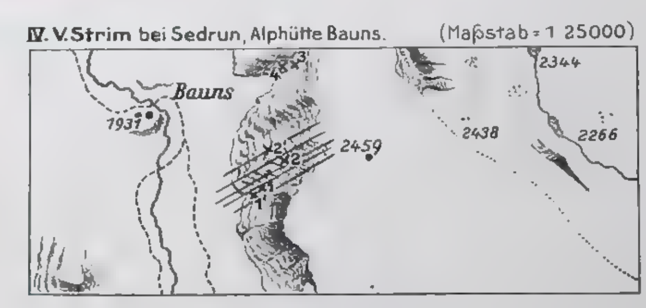



II. Mineralfundorte am Bächistock, zwischen Fellital und Riental, Aarmassiv. (Maßstab = 1:25000)

Rienzenstock 2964
Bächistock 2957
Riental Lücke

Granit
Granit-Moräne
Sy Syenit
Syenit u. Granit-Moräne
Randzone des Syenit: Sericit-Biotitgneisse die concordante Quarzlagen mit Anhydrithohlnadeln führen.




1) Anatas, gelb 1') Ilmenitfundort in sericit. Dioritaplit.
2) Anhydrit in Quarz.
3) Anatas H2 mit vorherrschendem (001).
4) Ametyst.



Grahp. Kunst-Anst. v. Hub. Köhler, München.

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 1. Abhandlung

# Über die systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

## I. Teil: Die Fauna der Beltformation bei Helena in Montana

von

**August Rothpletz.**

Mit 3 Tafeln.

Vorgelegt am 5. Juni 1915.

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 2. Abhandlung

# Nova Kepleriana

## Wieder aufgefundene Drucke und Handschriften von Johannes Kepler

herausgegeben
von
**Walther von Dyck**

## 3.

## Briefwechsel Keplers mit Edmund Bruce

Vorgetragen am 2. Mai 1914

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 3. Abhandlung

# Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens

## II. Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman)

### 3. Das Original des Theropoden Spinosaurus aegyptiacus nov. gen., nov. spec.

von

Ernst Stromer

Mit 2 Doppeltafeln

Vorgelegt am 6. November 1915

München 1915
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 4. Abhandlung

# Über die systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

## II. Teil:

## Über Cryptozoon, Eozoon und Atikokania

von

**August Rothpletz.**

Mit 8 Tafeln.

Vorgetragen am 4. März 1916

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 5. Abhandlung

# Die eiszeitliche Besiedlung des Schulerloches und des unteren Altmühltales

von

**Ferdinand Birkner**

Mit 5 Tafeln

Vorgelegt am 1. Juli 1916

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 6. Abhandlung

# Neue Funde fossiler Säugetiere
## in der Eichstätter Gegend

von

**Max Schlosser**

Mit 6 Tafeln

Vorgelegt am 1. Juli 1916

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 7. Abhandlung

# Flächenteilung mit kürzesten Grenzen

Von

**Sebastian Finsterwalder**

Vorgelegt am 5. Mai 1916

München 1916
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)




Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 8. Abhandlung


# Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens

## II. Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman)

### 4. Die Säge des Pristiden Onchopristis numidus Haug sp. und über die Sägen der Sägehaie

von


**Ernst Stromer**


Mit 1 Doppeltafel

Vorgetragen am 13. Januar 1917


München 1917
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 9. Abhandlung

# Untersuchungen

über die

# astronomische Refraktion

von

**Ernst Grossmann**

Vorgelegt am 7. Juli 1917

München 1917
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 10. Abhandlung

# Über alpine Minerallagerstätten

## Erster Teil

Von

**J. Koenigsberger**
in Freiburg i. Br.

**Mit einer Karte der Mineralfundorte von Vals-Platz**

**Vorgelegt am 7. Juli 1917**

**München 1917**
Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 11. Abhandlung

# Über alpine Minerallagerstätten

## Zweiter Teil

Von

**J. Koenigsberger**
in Freiburg i. Br.

Vorgelegt am 8. Februar 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXVIII. Band, 12. Abhandlung

# Über alpine Minerallagerstätten

## Dritter Teil

Von

**J. Koenigsberger**
in Freiburg i. Br.

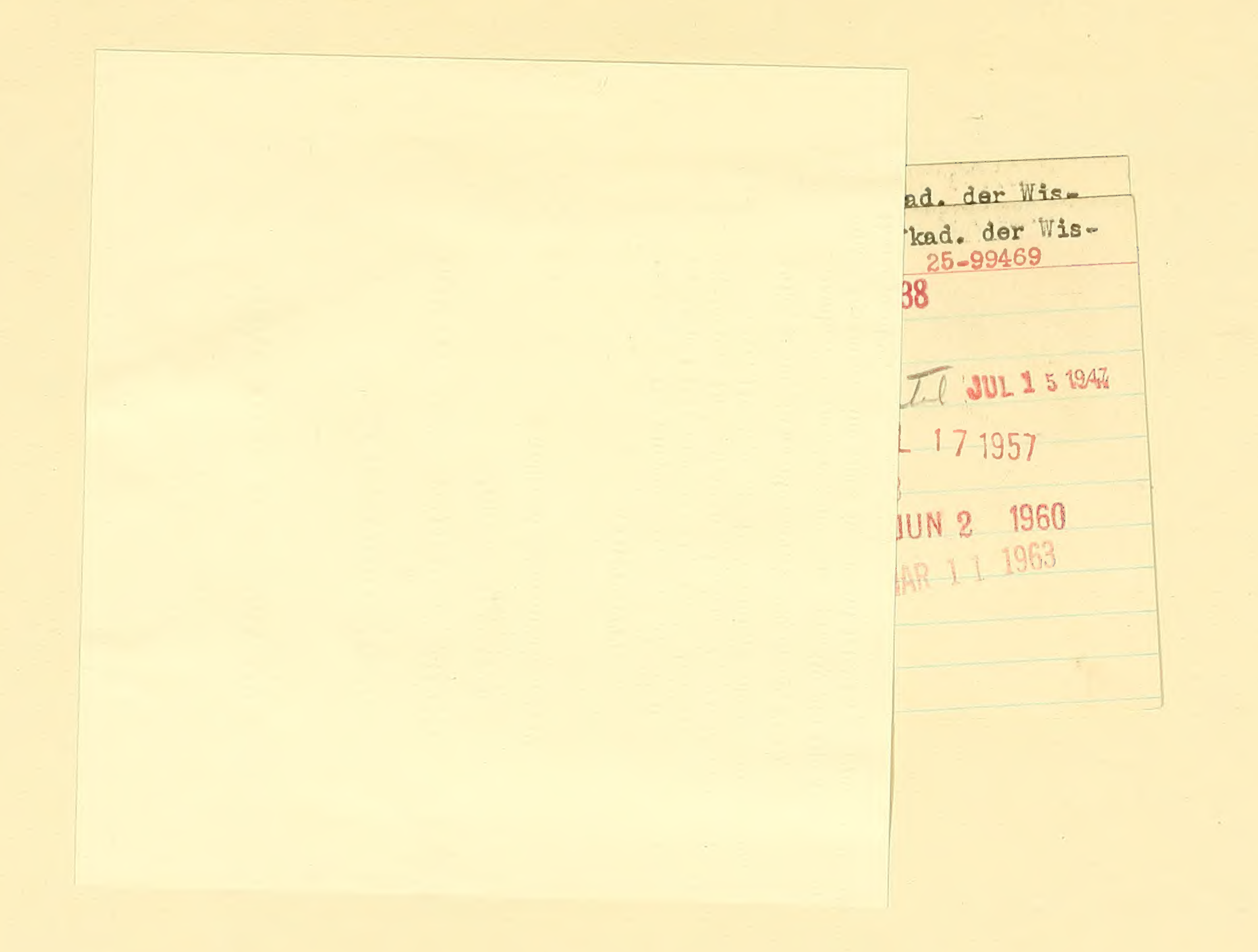
Mit einer Tafel

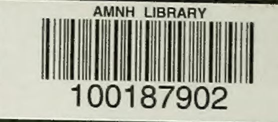
Vorgelegt am 8. Februar 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Akademische Buchdruckerei von F. Straub.




AMNH LIBRARY
100187902